



TUGAS AKHIR – TM141585

**ANALISIS KINERJA TRAKSI DAN *REDESIGN* RASIO  
TRANSMISI PADA PANSER ANOA APC 3 6X6**

MUHAMAD JOHAN PUTRA PRASETYA  
NRP. 2111100176

Dosen Pembimbing:  
Prof. Ir. I Nyoman Sutantra, M.Sc., Ph.D

PROGRAM SARJANA  
JURUSAN TEKNIK MESIN  
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI  
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER  
SURABAYA 2017



FINAL PROJECT – TM141585

**TRACTION PERFORM ANALYSIS AND TRANSMISSION  
RATIO REDESIGN FOR PANSER ANOA APC 3 6X6**

MUHAMAD JOHAN PUTRA PRASETYA  
NRP. 2112100176

Advisory Lecturer  
Prof. Ir. I Nyoman Sutantra ,M.Sc., Ph.D

BACHELOR PROGRAM  
DEPARTMENT OF MECHANICAL ENGINEERING  
FACULTY OF INDUSTRIAL TECHNOLOGY  
SEPULUH NOPEMBER INSTITUTE OF TECHNOLOGY  
SURABAYA

**ANALISA KINERJA TRAKSI DAN *REDESIGN* RASIO  
TRANSMISI PADA PANSER ANOA APC 3 6X6**

**TUGAS AKHIR**

Diajukan Untuk Memenuhi Salah Satu Syarat  
Memperoleh Gelar Sarjana Teknik  
pada  
Program Studi S-1 Jurusan Teknik Mesin  
Fakultas Teknologi Industri  
Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Oleh :

**MUHAMAD JOHAN PUTRA PRASETYA**

NRP. 2111 100 176

Disetujui oleh Tim Penguji Tugas Akhir :

1. Prof. Ir. I Nyoman Sutantra, MSc, PhD (Pembimbing)  
NIP. 195106051978031002
2. Ir. Julendra Bambang Ariatedja, MT (Penguji I)  
NIP. 196807061999031004
3. Aida Annisa Amin D., ST, MT (Penguji II)  
NIP. 198907052015042005
4. Dr. Agus Sigit Pramono, DEA (Penguji III)  
NIP. 196508101991021001

**SURABAYA  
JANUARI, 2017**



## **ANALISIS KINERJA TRAKSI DAN *REDESIGN* RASIO TRANSMISI PADA PANSER ANOA APC 3 6x6**

**Nama Mahasiswa** : Muhamad Johan Putra Prasetya  
**NRP** : 2111100176  
**Jurusan** : Teknik Mesin FTI-ITS  
**Dosen Pembimbing** : Prof.Ir.I Nyoman Sutantra M.Sc.,Ph.D

### ***Abstrak***

*Perindustrian di bidang kendaraan militer saat ini sudah sangat maju. PT.PINDAD sebagai produsen utama alat alat kemiliteran untuk Indonesia harus mempunyai kemampuan untuk memproduksi alat militer yang canggih agar tidak ketinggalan oleh negara lain di bidang kemiliteran. Panser buatan russia yang mampu melalui tanjakan dengan sudut kemiringan hingga 60 derajat (<http://englishrussia.com/2012/06/17/hellish-vehicles-under-control/10/> ,diakses tanggal 21 januari 2017).Salah satu produk dari PT.PINDAD adalah Panser ANOA APC yang merupakan kendaran untuk kebutuhan militer dari negara Indonesia.Dari informasi yang di dapat dari PT.PINDAD bahwa Panser ANOA APC 3 6x6 memiliki permasalahan yaitu terbatasnya kemampuan panser untuk menanjak pada jalan dengan gradeability rendah*

*Dalam penelitian ini, penulis melakukan dua tahapan pengujian.Tahap pertama, dilakukan analisa karakteristik panser anoa apc 3 6x6 pada kondisi standar. Selanjutnya tahap kedua dilakukan evaluasi terhadap grafik karakteristik traksi kondisi rasio panser anoa apc 3 6x6 standar, dilanjutkan dengan proses redesign tingkat transmisi untuk mengoptimalkan kinerja panser anoa apc 3 6x6 menggunakan teori progressi geometri.*

*Dari penelitian ini diperoleh grafik karakteristik traksi mobil untuk kondisi rasio gigi standar serta hasil redesign dengan 5,6 dan 7 tingkat kecepatan. Setelah dilakukan analisa, ternyata*

*kendaraan Panser ANOA APC 3 6x6 tidak dapat melewati jalan dengan gradeability 40% dan 50%. Hasil redesign dengan menggunakan teori progressi geometry menunjukkan bahwa panser ANOA APC 3 6x6 mampu melewati jalanan dengan gradeability 40% tetapi panser ANOA APC 3 6x6 masih belum mampu melewati tanjakan dengan gradeability 50% dikarenakan setelah dilakukan redesign, gaya traksi maksimum yang di hasilkan oleh panser adalah 58,82 kN untuk 5 dan 6 tingkat kecepatan sedangkan untuk 7 tingkat kecepatan 59,468 kN yang tidak lebih besar dari gaya hambat tanjakan pada gradeability 50% yaitu sebesar 60,542 kN.*

***Kata kunci : karakteristik traksi, Panser ANOA APC 3 6x6, automatic transmission, redesign, rasio transmission, progressi geometry ,gradeability***

**TRACTION PERFORM ANALYSIS AND  
TRANSMISSION RATIO REDESIGN FOR PANSER  
ANOVA APC 3 6X6**

**Name** : Muhamad Johan Putra Prasetya  
**NRP** : 2111100176  
**Departement** : Teknik Mesin FTI-ITS  
**Advisor Lecturer** : Prof.Ir.I Nyoman Sutantra M.Sc.,Ph.D

***Abstract***

*Industry in military vehicles is already so advanced from now on. PT. PINDAD as one of the producer military vehicle in Indonesia must be having technology to produce a sophiscated vehicle that wasn't fall behind to other's country. Russia's Panzer is already so advanced it is able to pass through a 60<sup>0</sup> gradient tracks (<http://englishrussia.com/2012/06/17/hellish-vehicles-under-control/10/> ,diakses tanggal 21 januari 2017). One of the product of PT. PINDAD is Panzer ANOVA APC which is a military vehicle for military needed in Indonesia. The information from PT. PINDAD says that Panzer ANOVA PAC 3 6x6 is limited to some road with low gradeability.*

*In this research, the writers do two methods experiment research. The first method was characteristic analysis Panzer Anova APC 3 6x6 in standart condition, the next method was evaluation from the characteristic ratio Panzer Anova APC 3 6x6 standart traction graphics, continued with the redesign transimition process to optimize the performance of Panzer Anova APC 3 6x6 using progressions geometry theory.*

*From this research, the traction characteristic graphics for standart gear ratio and the redesign result for 5,6, and 7 level speed was obtained. After being analyzed, it is known that Panzer Anova APC 3 6x6 isn't able to pass throgh the tracks with 40% and 50% gradeability. The redesign with progresstion theory shown*

*that Panzer ANOA APC 3 6x6 is able to pass through the tracks with 40% gradeability but isn't able to pass through the tracks with 50% gradeability. Even after the redesign process, the maximum traction force produced from Panzer is 58,82 kN for 5 and 6 level of speed, while for 7 level of speed is 59,468 kN which is still smaller compared to drag force in 50% gradeability that was 60,542 kN.*

**Keywords : Traction Characteristic, Panzer ANOA APC 3 6x6, automatic transmission, redesign, ratio transmission, progress geometry, gradeability.**



## KATA PENGANTAR

Puji syukur kehadiran Allah Subhannahuata'alla hanya karena tuntunan-Nya penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir ini. Tugas Akhir ini disusun untuk memenuhi persyaratan kelulusan pendidikan Sarjana S-1 di Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknologi Industri, Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya.

Penyusunan Tugas Akhir ini dapat terlaksana dengan baik atas bantuan dan kerjasama dari berbagai pihak. Pada kesempatan ini penulis ingin mengucapkan terima kasih kepada:

1. Orang tua penulis, Ayah Husaini Machmud dan Ibu Sandra Aviani, yang selalu memberi semangat dan do'a untuk penulis.
2. Prof. Ir. I Nyoman Sutantra yang selalu memberikan dan arahan dalam semua penulisan Tugas Akhir ini.
3. Diri penulis sendiri, karena tanpa diri penulis sendiri segala hal yang dikerjakan, semua bantuan dan kerjasama dari berbagai pihak tidak akan terjadi.
4. Pak Suwardiyono PT. PINDAD kepala bagian *drive train* yang telah memberikan ilmu, data-data yang di perlukan untuk menunjang studi kasus dalam Tugas Akhir ini.
5. Saudari kandung, Sribuginda Dwi Andriani, Andriana Tri Saputri dan Amanda Ayu Dewi Andriciani terima kasih selalu ada di saat-saat sulit.
6. Idabagus Putu Putra Mahartana dan Muhamad Jundulloh, yang selalu siap untuk membantu penulis dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini.
7. Sahabat Kontrakan F-22A, terima kasih canda tawanya dalam masa-masa kritis kehidupan kampus.
8. Dessy kusumayanti, Terima kasih karena selalu ada dan setia menemani penulis di masa-masa sulit hidup penulis termasuk saat pembuatan Tugas Akhir ini.
9. Sahabat tercinta, Iqbal Januari, Andhika Antrada, Aditya Affandi, Trangana Nugraha, Fachri Askar, Ibrahim Risyad, Ahmad Malik, Gweta Saldana, Wianty, Armeita Lestari, Dewi

Paramita, terima kasih atas canda tawa yang diberikan untuk penulis.

10. Kawan-Kawan Fossil M54, terima kasih kebersamaannya dalam masa-masa kritis kehidupan di kampus.
11. Seluruh keluarga penulis yang tidak bisa di sebutkan satu persatu.

Dengan segala keterbatasan kemampuan serta pengetahuan penulis, tidak menutup kemungkinan Tugas Akhir ini jauh dari sempurna. Oleh karena itu, penulis bersedia menerima kritik dan saran dari berbagai pihak untuk penyempurnaan lebih lanjut. Semoga hasil penulisan Tugas Akhir ini dapat bermanfaat bagi semua pihak.

Surabaya, Januari 2017

Penulis

## DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	
LEMBAR PENGESAHAN	
ABSTRAK .....	i
ABSTRACT .....	iii
KATA PENGANTAR .....	v
DAFTAR ISI .....	vii
DAFTAR GAMBAR .....	xi
DAFTAR TABEL .....	xiii

## BAB I PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang .....	1
1.2. Rumusan Masalah .....	2
1.3. Tujuan .....	2
1.4. Batasan Masalah .....	2
1.5. Manfaat .....	3

## BAB II TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Kinerja Traksi Kendaraan.....	5
2.2 Penelitian Terdahulu.....	5
2.3 Dinamika Kendaraan.....	10
2.3.1 Gaya Hambat Kendaraan.....	10
2.3.1.1 Gaya hambat Aerodinamik( <i>drag</i> ) .....	11
2.3.1.2 Gaya hambat <i>rolling</i> ( <i>rolling resistance</i> ) .....	12
2.3.1.3 Gaya Hambat Tanjakan.....	14
2.3.2 Gaya Dorong Kendaraan .....	17
2.3.3 Kecepatan dan Percepatan Kendaraan.....	19
2.4 Karakteristik Transmisi Kendaraan .....	21
2.5 Karakteristik Kinerja <i>engine</i> Panser ANOA APC 3 6x6 Dxi7 renault <i>truck defence</i> .....	22
2.6 Desain Tingkat gigi(Progressi Geometris).....	23
2.7 Komponen Penyalur Daya.....	24
2.7.1 Tipe Penyalur daya( <i>drive train</i> ) berdasarkan gerak roda .....	24

2.7.1.1	<i>differential</i>	25
2.7.1.2	<i>Transfer case</i>	26
2.7.1.3	<i>Locking Hub</i>	27
2.7.2	Komponen Penyalur Daya Jenis <i>Automatic Transmission</i>	27

### **BAB III METODOLOGI**

3.1	Metode Penelitian	29
3.2	Tahap Studi Literatur	31
3.3	<i>Flowchart</i> Perhitungan	31
3.3.1	<i>Flowchart</i> Perhitungan Gaya Hambat Kendaraan	31
3.3.2	<i>Flowchart</i> Perhitungan Gaya Dorong Kendaraan 5 Tingkat Kecepatan	33
3.3.3	<i>Flowchart</i> Perhitungan Rasio dan Tingkat Gigi Transmisi	35
3.4	Spesifikasi Panzer ANOA APC 3 6x6	36
3.4.1	Informasi Umum	36

### **BAB IV ANALISI DATA DAN PEMBAHASAN**

4.1	Perhitungan Gaya Dorong Kendaraan	39
4.1.1	Perhitungan Gaya Hambat Udara	39
4.1.2	Perhitungan Gaya Hambat <i>rolling (rr)</i>	40
4.1.3	Perhitungan Gaya Hambat Tanjakan	41
4.1.4	Perhitungan Gaya Dorong Standar Panzer ANOA APC 3 6x6	42
4.2	Karakteristik Traksi Panzer ANOA APC 3 6x6 Standar	44
4.3	Perhitungan Rasio Transmisi (Teori progressi geometri)	47
4.3.1	Menentukan Tingkat Gigi Pertama	48
4.3.2	Menentukan Rasio gigi Tingkat Akhir	49
4.3.3	Menentukan Tingkatan Rasio Gigi	50
4.4	Hasil <i>redesign</i> Traksi Panzer	51
4.4.1	Karakteristik Traksi Panzer 5 Tingkat Kecepatan	51
4.4.2	Karakteristik Traksi Panzer 6 Tingkat Kecepatan	54
4.4.3	Karakteristik Traksi Panzer 7 Tingkat Kecepatan	56
4.5	Hasil dari Analisis	57

**BAB V KESIMPULAN DAN SARAN**

5.1 Kesimpulan..... 59

5.2 Saran..... 60

**DAFTAR PUSTAKA** ..... 61

**LAMPIRAN**..... 65

**BIODATA PENULIS**

***“Halaman ini sengaja dikosongkan”***

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1	Hasil desain rasio transmisi mobil GEA .....	6
Gambar 2.2	Grafik karakteristik traksi kijang 1997 standar (a)4 tingkat,hasil <i>redesign</i> ,(b)5 tingkat,(c) 6 tingkat dan (d) 10 tingkat.....	7
Gambar 2.3	3 Grafik karakteristik Toyota fortuner 4.0 V6 SR standar (a) 5 tingkat kecepatan, hasil <i>redesign</i> (b) 5 tingkat kecepatan (c) 6 tingkat kecepatan (d) 7 tingkat kecepatan .....	9
Gambar 2.4	Dinamika kendaraan panser anoa apc 3 6x6 .....	10
Gambar 2.5	Grafik pengaruh tekanan ban pada fo dan fs .....	13
Gambar 2.6	Diagram Bodi Bebas Kendaraan Saat Menanjak ..	16
Gambar 2.7	Grafik karakteristik kinerja transmisi dari suatu kendaraan penumpang MT( <i>manualtransmission</i> ) .....	21
Gambar 2.8	Grafik karakteristik kinerja transmisi dari suatu kendaraan penumpang AT( <i>automatic transmission</i> ).....	22
Gambar 2.9	Grafik kinerja engine Renault <i>truck defence</i> Dxi7-V1 .....	22
Gambar 2.10	Grafik Pemilihan Perbandingan Gigi dengan Rasio Geometri .....	23
Gambar 2.11	<i>Front wheel differential mazda cx5</i> .....	25
Gambar 2.12	<i>Transfer Case</i> .....	26
Gambar 2.13	<i>Locking Hub</i> .....	27
Gambar 2.14	Susunan Komponen Gearbox transmisi <i>automatic</i> .....	27
Gambar 3.1	Flowchart metode penelitian .....	29
Gambar 3.2	Flowchart perhitungan gaya hambat .....	32
Gambar 3.3	Flowchart perhitungan gaya dorong.....	33
Gambar 3.4	Flowchart Perhitungan Rasio dan Tingakt gigi Transmisi.....	34

Gambar 4.1	Grafik Gaya Hambat Udara Panzer ANOA APC 3 6x6 .....	39
Gambar 4.2	Grafik Gaya Hambat <i>rolling</i> Panzer ANOA APC 3 6x6.....	40
Gambar 4.3	Grafik Gaya Hambat Total Tanjakan .....	42
Gambar 4.4	Grafik Gaya Dorong Standar Panzer ANOA APC 3 6x6.....	42
Gambar 4.5	Grafik 4.5 Karakteristik Kinerja Torsi Koneverter .....	43
Gambar 4.6	Grafik Karakteristik Traksi Panzer ANOA APC 3 6x6 Standar .....	44
Gambar 4.7	Grafik Percepatan Panzer ANOA APC 3 6x6 tingkat 5 Standar .....	45
Gambar 4.8	Ekspensial Rasio Gyrasi terhadap karakteristik Panzer ANOA APC 3 6x6 kondisi standar 5 tingkat kecepatan.....	47
Gambar 4.9	Grafik karakteristik traksi Panzer ANOA APC 3 6x6 5 tingkat kecepatan hasil <i>redesign</i> .....	51
Gambar 4.10	Grafik percepatan Panzer ANOA APC 3 6x6 5 tingkat kecepatan hasil <i>redesign</i> .....	52
Gambar 4.11	Grafik Ekponensial Rasio Gyrasi Terhadap Karakteristik Traksi Panzer 5 Tingkat Kecepatan Hasil <i>Redesign</i> .....	53
Gambar 4.12	Grafik karakteristik traksi Panzer ANOA APC 3 6x6 6 tingkat kecepatan hasil <i>redesign</i> .....	54
Gambar 4.13	Grafik percepatan Panzer ANOA APC 3 6x6 6 tingkat kecepatan hasil <i>redesign</i> .....	55
Gambar 4.14	Grafik karakteristik traksi Panzer ANOA APC 3 6x6 7 tingkat kecepatan hasil <i>redesign</i> .....	56
Gambar 4.15	Grafik percepatan Panzer ANOA APC 3 6x6 7 tingkat kecepatan hasil <i>redesign</i> .....	



## DAFTAR TABEL

Tabel 2.1	Tabel umum referensi untuk koefisien hambatan tentang bentuk bodi kendaraan.....	12
Tabel 2.2	Nilai rata-rata dari koefisien hambatan rolling untuk berbagai jenis dan berbagai.....	14
Tabel 3.1	Spesifikasi Engine Renault <i>Truck Defence</i> Dxi7-V1..	36
Tabel 3.2	Dimensi Panser Anoa APC 3 6x6.....	37
Tabel 3.3	Rasio Gigi Transmisi <i>ZF6 HP 502 S</i> .....	37

*“Halaman ini sengaja dikosongkan”*

# BAB I

## PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Perindustrian di bidang kendaraan militer saat ini sudah sangat maju. PT. PINDAD sebagai produsen utama alat-alat kemiliteran untuk Indonesia harus mempunyai kemampuan untuk memproduksi alat militer yang canggih agar tidak ketinggalan oleh negara lain di bidang kemiliteran. Otokar Arma 6x6 adalah Produk Panzer buatan Rusia yang mampu melalui tanjakan dengan sudut kemiringan hingga 60 derajat (<http://englishrussia.com/2012/06/17/hellish-vehicles-under-control/10/>, diakses tanggal 21 Januari 2017). Salah satu produk dari PT. PINDAD adalah Panzer ANOA APC yang merupakan kendaraan untuk kebutuhan militer dari negara Indonesia. Dari informasi yang didapat dari PT. PINDAD bahwa Panzer ANOA APC 3 6x6 memiliki permasalahan yaitu tidak mempunyai Panzer menanjak pada kemiringan jalan tertentu. Dari permasalahan tersebut perlu dilakukan analisis transmisi dan kinerja traksi pada Panzer ANOA APC 3 6x6 untuk mengetahui gaya dorong yang dihasilkan oleh Panzer dan perlu juga dilakukan *redesign* dari transmisi Panzer ANOA APC 3 6x6 yang bertujuan untuk menyelesaikan permasalahan yang terdapat pada Panzer ANOA APC 3 6x6. *Redesign* yang akan dilakukan oleh penulis adalah dengan melakukan penambahan tingkat gigi dikarenakan dengan menambah tingkat gigi mempunyai keuntungan seperti *losses* yang diakibatkan oleh perpindahan gigi akan lebih kecil dan pemilihan tingkat gigi akhir bisa lebih kecil sehingga kecepatan kendaraan bisa ditingkatkan untuk mencapai *overdrive*.

Diharapkan dengan terlaksananya penelitian yang mengkaji analisis kinerja traksi serta melakukan *redesign* terhadap rasio gigi dari transmisi Panzer ANOA APC 3 6x6 akan meningkatkan performa dari Panzer dan menjadi acuan PT. PINDAD dalam pemilihan transmisi untuk Panzer ANOA APC 3 6x6.

## 1.2 Rumusan Masalah

Adapun rumusan masalah yang terdapat dalam proposal tugas akhir ini adalah sebagai berikut :

1. Bagaimana gaya hambat kendaraan pada kondisi jalan datar dan jalan tanjakan?
2. Bagaimana karakteristik traksi dari transmisi dan laju kendaraan panaser anoa apc 3 6x6?
3. Bagaimana hasil *redesign* rasio transmisi Panaser Anoa APC 3 6x6 AT dengan teori progressi geometri?

## 1.3 Tujuan Tugas Akhir

Mengacu pada rumusan masalah, maka tujuan dari proposal tugas akhir ini adalah,

1. Mengetahui gaya hambat kendaraan pada kondisi jalan datar dan jalan tanjakan
2. Mengetahui karakteristik traksi dari transmisi dan laju kendaraan panaser anoa apc 3 6x6
3. Mengetahui hasil *redesign* Rasio Transmisi Mobil Panaser Anoa APC 3 6x6 dengan Teori *Progressi Geometri*

## 1.4 Batasan Masalah

Adapun beberapa batasan masalah yang digunakan dalam pengerjaan proposal tugas akhir ini antara lain :

1. Kendaraan yang di analisa adalah panaser Anoa Apc 3 6x6 dengan tipe *engine* Renault *defence truck* Dxi7-V1 keluaran 2014 6x6 *Automatic Transmission*
2. Analisa yang dilakukan dalam kondisi panaser terisi 13 orang s dengan berat 65 kg setiap orangnya
3. Kinerja engine tidak di pengaruhi oleh lingkungan sekitar

4. Menggunakan bahan bakar solar
5. Jalan yang di lalui menanjak dan rata(tidak bergelombang)
6. Beban angin yang terjadi pada kendaraan yaitu gaya hambat(drag)
7. Tekanan ban 50 psi
8. Type ban yang di gunakan 160/377 R20 *runflat tyre*

### **1.5 Manfaat Tugas Akhir**

Dengan mengetahui analisa grafik traksi , sudut tanjak, percepatan yang mampu dilalui kendaraan, serta desain transmisi berdasarkan progresi geometris maka diharapkan hasil penelitian tugas akhir ini dapat digunakan sebagai referensi Panzer Anoa APC 3 6x6 dalam penggunaan operasional,serta acuan desain penelitian dan pengembangan produk Panzer PT.PINDAD selanjutnya.

***“Halaman ini sengaja dikosongkan”***

## **BAB II**

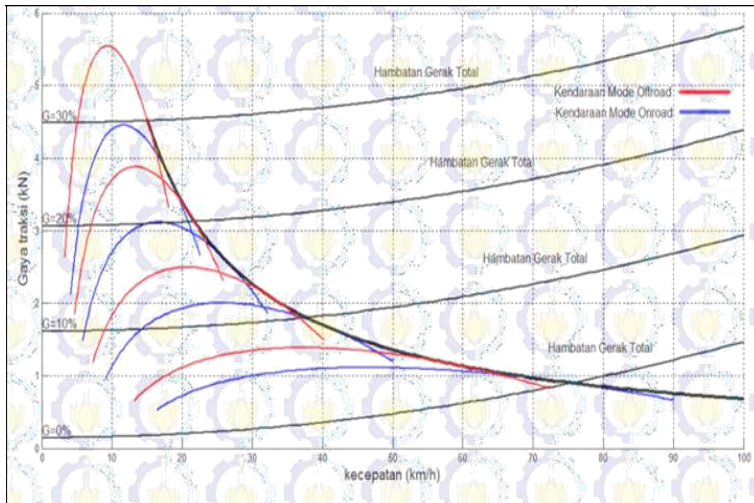
### **TINJAUAN PUSTAKA**

#### **2.1 Kinerja traksi kendaraan**

Secara umum, kinerja dari sebuah kendaraan dapat dibedakan menjadi 3 jenis kinerja, yaitu kinerja traksi kendaraan, kestabilan arah, serta kinerja pengaman kendaraan. Secara umum, kinerja traksi kendaraan dapat diartikan sebagai kemampuan kendaraan untuk melaju melawan gaya hambat yang ada pada saat kendaraan beroperasi. Gaya-gaya hambat tersebut adalah gaya hambat angin, gaya hambat tanjakan, serta gaya hambat *rolling* yang terjadi pada komponen kendaraan yang bergerak. Kemampuan kendaraan tersebut sangat dipengaruhi oleh kemampuan mesin kendaraan, pemilihan tingkat rasio transmisi, serta jenis transmisi yang dipakai.<sup>[3]</sup> Pada umumnya, informasi mengenai karakteristik traksi sebuah kendaraan ditampilkan dalam sebuah grafik yang menampilkan data kecepatan kendaraan, gaya dorong kendaraan (pada masing-masing gigi), gaya hambat kendaraan, serta pengaruh kondisi jalan terhadap gaya hambat.

#### **2.2 Penelitian terdahulu**

Penelitian mengenai analisa karakteristik kendaraan sebelumnya pernah dilakukan oleh Mohamad Fikki Rizki dengan judul “*Analisa Kinerja Sistem Transmisi pada Kendaraan Multiguna Pedesaan untuk Mode Pengaturan Kecepatan Maksimal pada Putaran Maksimal Engine dan Daya Maksimal Engine*” membahas mengenai mobil angkutan desa. Dalam penelitian tersebut, penulis membuat desain rasio overall transmisi (Gambar 2.1) dari kendaraan kemudian menganalisanya agar kendaraan mampu berjalan pada kondisi *on-road* dan *off-road*.

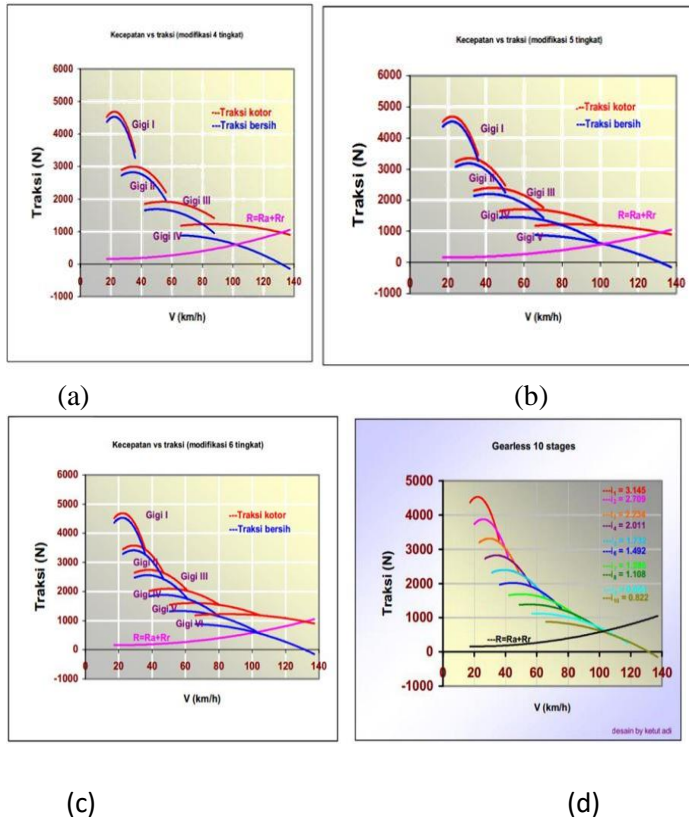


Gambar 2.1 Hasil desain rasio transmisi mobil GEA

Hasil penelitian tersebut berupa kecepatan maksimum mobil GEA pada kondisi *on road* dan *offroad* kemudian selanjutnya didapatkan nilai konsumsi bahan bakar pada masing-masing medan. Selain itu, pada penelitian ini juga didapatkan detail konsumsi bahan bakar pada masing-masing tingkat roda gigi sehingga terlihat pada tingkat transmisi mana yang mengkonsumsi bahan bakar paling besar. Penelitian kedua, mengenai perancangan tingkat transmisi menggunakan metode progresi geometri pada mobil Toyota Kijang. Penelitian tersebut dilakukan oleh Ananda IGNP Tenaya dan I Ketut



Adi Atmika dalam tugas akhirnya di Fakultas Teknik Mesin Universitas Udayana.



Gambar 2.2 Grafik karakteristik traksi kijang 1997 standar (a) 4 tingkat, hasil *redesign* (b) 5 tingkat (c) 6 tingkat (d) 10 tingkat.

Dalam penelitian tersebut, mereka merancang kemudian membandingkan efisiensi transmisi pada 4,6 dan 10 tingkat kecepatan kendaraan (gambar 2.2). Sesuai grafik traksi yang dihasilkan pada masing-masing tingkat kecepatan.

Penelitian ketiga mengenai Analisa kinerja traksi dan *redesign* pada Toyota fortuner 4.0 V6 SR menggunakan metode progresi geometri. Penelitian tersebut dilakukan oleh nico yudha dalam tugas akhirnya di jurusan Teknik Mesin Institut Teknologi Sepuluh Nopember.



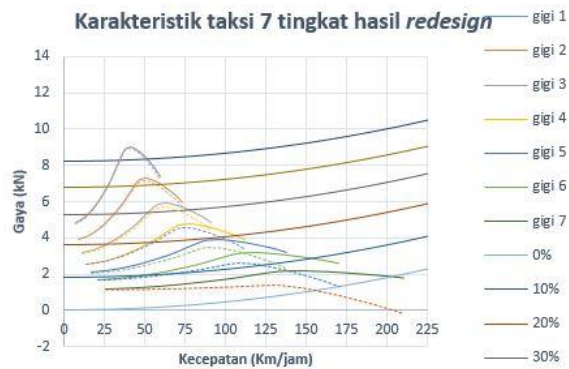
(a)



(b)



(c)



(d)

Gambar 2.3 Grafik karakteristik Toyota fortuner 4.0 V6 SR standar (a) 5 tingkat kecepatan, hasil *redesign* (b) 5 tingkat kecepatan (c) 6 tingkat kecepatan (d) 7 tingkat kecepatan.

Dalam penelitian tersebut, mereka merancang kemudian membandingkan efisiensi transmisi pada 5,6 dan 7 tingkat

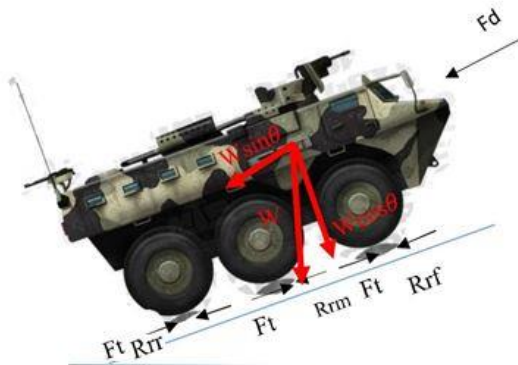
kecepatan kendaraan (gambar 2.3). Sesuai grafik traksi yang dihasilkan pada masing-masing tingkat kecepatan

Pada akhirnya ditarik kesimpulan bahwa semakin banyak tingkat transmisi yang digunakan, akan semakin sedikit traksi yang terbuang, serta karakteristik traksi kendaraan akan mendekati karakteristik idealnya pada *gearless transmission systems*. *Gearless transmission* sistem sendiri merupakan istilah lain untuk transmisi ideal yang tidak menimbulkan *losses* traksi.

## 2.3 Dinamika Kendaraan

### 2.3.1 Gaya Hambat Kendaraan

Gaya-gaya yang bekerja pada sebuah kendaraan yang melaju pada sudut tanjakan tertentu bisa dilihat pada gambar 2.3 berikut ini:



Gambar 2.4 Dinamika kendaraan panzer anoa apc 3 6x6

$F_t$  adalah gaya dorong kendaraan oleh mesin pada roda penggerak. Sesuai tujuannya agar dapat memenuhi driver demand, pada gambar 2.4  $F_t$  (gaya dorong) dibagi menjadi tiga yaitu  $F_f$  (gaya dorong pada roda depan),  $F_m$  (gaya dorong pada roda tengah) dan  $F_r$  (gaya dorong pada roda belakang). Gaya dorong pada kendaraan kendaraan yang sedang

berjalan, dihambat oleh tiga macam gaya hambat yaitu, *drag force*, *rolling resistance* serta gaya hambat kendaraan akibat sudut tanjak

### 2.3.1.1 Gaya Hambat Aerodinamik (Drag)

Gaya hambat karena udara pada mobil disebut dengan *drag force*. Pada dasarnya, terdapat beberapa jenis gaya hambat angin pada kendaraan yaitu hambatan bentuk, hambatan pusaran, hambatan tonjolan, serta hambatan aliran dalam. Namun, pada dasarnya gaya hambat yang paling besar adalah akibat gaya hambat bentuk dan pusaran. Dengan demikian besarnya gaya hambat angina dapat dihitung dengan persamaan berikut,

$$Ra = \frac{1}{2} \times \rho \times Cd \times Af \times V_a^2 \dots (2.1)$$

dimana, Ra = hambatan aerodinamika (N)

$\rho$  = massa jenis udara ( $\text{kg/m}^3$ )

Cd = koefisien drag

Af = Luas frontal kendaraan ( $\text{m}^2$ )

Va = kecepatan relatif angin terhadap kendaraan ( $\text{m/s}$ )

Tabel 2.1 adalah tabel umum referensi untuk koefisien hambatan tentang bentuk bodi kendaraan yang mempengaruhi gaya hambatan aerodinamis.

No	jenis kendaraan	koefisien hambatan
1	kendaraan penumpang	0,3 - 0,6
2	kendaraan convertible	0,4 - 0,65
3	kendaraan balap	0,25 - 0,3
4	Bus	0,6 - 0,7
5	Truck	0,8 - 1
6	tractor – trailer	0,8 - 1,3
7	sepeda motor + pengendara	1,8

### 2.3.1.2 Gaya hambatan rolling (*rolling resistance*)

Hambatan rolling yang terjadi pada ban adalah utamanya disebabkan oleh sifat histeresis ban karena adanya defleksi dari ban. Untuk mencari besarnya gaya hambatan rolling, pertama kita harus menentukan besarnya koefisien hambatan rolling ( $f_r$ ) terlebih dahulu. Besarnya  $f_r$  dapat dicari menggunakan persamaan hasil eksperimen *J.J Tabor* berikut.

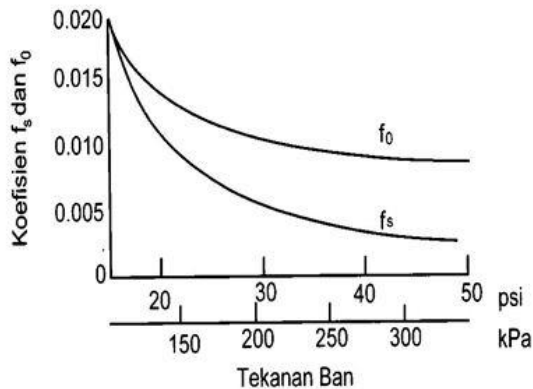
$$f_r = f_o + f_s \left( \frac{V_k}{100} \right)^{2,5} \dots (2.2)$$

dimana,

$f_r$  = koefisien hambat rolling  
 $f_o$  dan  $f_s$  = koefisien yang nilainya tergantung pada tekanan ban, didapat dari grafik gambar 2.4  
 $V_k$  = Kecepatan kendaraan(km/h)

Sedangkan untuk kondisi tekanan ban sekitar 26 psi, maka perumusan diatas dapat disederhanakan sebagai berikut ,

$$f_r = 0.01 \left[ 1 + \frac{V_k}{160} \right] \dots \dots \dots (2.3)$$



Gambar 2.5 Grafik pengaruh tekanan ban pada  $f_o$  dan  $f_s$

Tabel 2.2 Nilai rata-rata dari koefisien hambatan rolling untuk berbagai jenis dan berbagai kondisi jalan

Jenis Kendaraan	Permukaan Jalan		
	Beton	Keras/Aspal	Pasir
Kendaraan penumpang	0.015	0.08	0.3
Truk	0.012	0.06	0.25
Traktor	0.02	0.04	0.2

Setelah mendapatkan koefisien hambat roling ( $f_r$ ) , maka dengan menggunakan rumus 2.4 besarnya gaya hambat roling dapat dicari,

$$R_{rr} = f_r \times (W_f + W_r) \dots (2.4)$$

dimana,

$R_{rr}$  = gaya hambat resistance pada roda belakang (N)

$W_f$  = berat roda depan (N)

$W_r$  = berat roda belakang (N)

### 2.3.1.3 Gaya hambat tanjakan

Gaya hambat yang ketiga adalah gaya hambat tanjakan, yaitu gaya hambat yang diakibatkan adanya sudut tanjak yang dilewati oleh kendaraan sehingga beban kendaraan akan bertambah akibat gaya gravitasi yang muncul. Besarnya gaya



hambat akibat sudut tanjak dapat dihitung dengan rumus berikut,

$$R_g = W \sin \theta = \text{hambatan tanjakan (N)} \dots (2.5)$$

Dimana:

$R_g$  = Gaya hambat tanjakan

$W$  = Berat kendaraan

Ketika kendaraan dalam posisi menanjak, digunakan satuan *gradeability* sebagai acuan. *Gradeability* adalah kemampuan suatu kendaraan untuk mendaki suatu tanjakan. Jika kendaraan didesain dengan gradient 30% misalnya, maka kemampuan kendaraan tersebut harus mampu menanjak dengan gradient sebesar 30%. Jika kendaraan tersebut belum mampu menempuh tanjakan tersebut, maka kendaraan tersebut dikatakan tidak memenuhi kriteria *gradeability* yang disyaratkan.

Perhitungan gradient tanjakan ( $G$ ) dapat dilakukan dengan rumus berikut,

$$G = \tan \theta = \frac{\text{vertical projection}}{\text{horizontal projection}} \dots (2.6)$$

Dengan demikian, setelah meninjau tiga buah gaya hambat yang bekerja pada kendaraan sesuai penjelasan sebelumnya, maka gaya hambat total pada kendaraan dapat dirumuskan sesuai persamaan 2.7 dibawah ini,

$$F_r = R_a + R_r + R_g \dots (2.7)$$

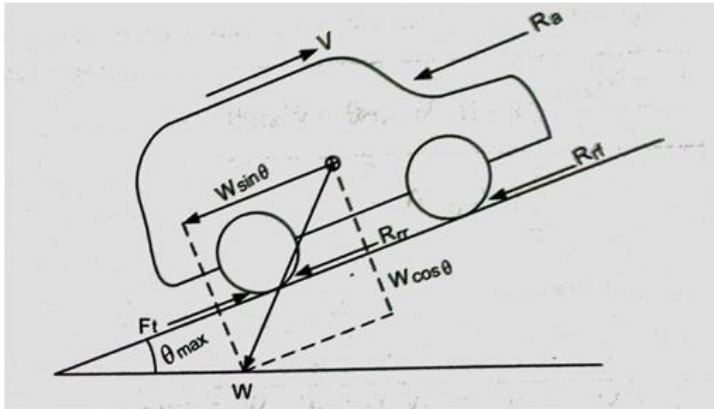
Dimana:

$F_r$  = Total gaya hambat

$R_a$  = Gaya drag

$R_r$  = Hambatan rolling

$R_g$  = Hambatan tanjakan



Gambar 2.6 Diagram bodi bebas kendaraan saat menanjak.

Akan tetapi, pada saat kendaraan dalam posisi menanjak, besarnya sudut tanjak juga akan berpengaruh terhadap besarnya *Rolling Resistance* kendaraan akibat perbedaan gaya normal pada kendaraan yang besarnya lebih kecil dibandingkan saat berjalan mendatar (gambar 2.4, besar gaya normal kendaraan sama dengan Gaya berat kendaraan dikali cos sudut tanjak). Sehingga rumus gaya dorong kendaraan total (rumus 2.8) sedikit dimodifikasi menjadi seperti berikut,

$$F_r = F_d + R_r + R_g$$

$$F_r = f_r \cdot W \sin \theta_{\max} + \frac{1}{2} \rho C_d A V^2 + W \sin \theta_{\max}. \quad (2.8)$$

### 2.3.2 Gaya Dorong kendaraan

Gaya Dorong adalah gaya yang bekerja berlawanan dengan arah gerak gaya hambat kendaraan. Gaya dorong ini dihasilkan dari daya yang dihasilkan oleh mesin kendaraan (*engine*) yang kemudian disalurkan melalui sistem transmisi sehingga akhirnya dapat menggerakkan roda . Untuk menghitung besarnya gaya dorong yang mampu dihasilkan kendaraan, dapat digunakan persamaan 2.13. Selain melalui metode analitis/ perhitungan, untuk mencari besarnya nilai gaya dorong ( $F_t$ ) aktual pada kendaraan juga dapat dilakukan dengan cara lain. Yaitu dengan melakukan pengujian menggunakan mesin *dynotest* pada mobil.

Torsi mesin pada mobil ( $M_e$ ) dihasilkan langsung oleh pembakaran pada *combustion engine*. Torsi dari *engine* kemudian akan masuk ke *drivetrain*. Setelah melalui *drivetrain*, daya yang disalurkan besarnya akan menurun akibat adanya losses pada *drivetrain*, kemudian daya akan langsung disalurkan menuju roda kendaraan, torsi yang muncul pada roda disebut  $T_r$ .  $T_r$  sendiri merupakan kebutuhan torsi untuk menggerakkan kendaraan. Torsi yang muncul pada roda nantinya akan digunakan untuk memutar roda agar bisa bergerak. Pada permukaan roda, ketika berputar akan timbul gaya tangensial. Gaya inilah yang biasa kita sebut dengan gaya dorong ( $F_t$ ).

Proses transmisi dan transformasi torsi yang dihasilkan oleh mesin menjadi menjadi gaya dorong ( $F_t$ ) yang terjadi pada roda penggerak dipengaruhi beberapa faktor berikut,

1. Perbandingan transmisi  

$$i_t = \frac{n_e}{n_{tr}} \dots (2.9)$$
2. Perbandingan putaran pada gardan  

$$i_g = \frac{n_{tr}}{n_p} \dots (2.10)$$
3. Torsi yang keluar dari transmisi

$$M_{tr} = i_t \cdot M_e \dots (2.11)$$

4. Torsi pada poros penggerak setelah  $M_{tr}$  ditransmisikan melalui gardan

$$M_p = i_g \cdot M_{tr} = i_t \cdot i_g \cdot M_e \dots (2.12)$$

Maka, gaya dorong pada roda penggerak ( $F_t$ ) dengan memperhatikan efisiensi ( $\eta_t$ ) pada semua proses transmisi untuk mobil pada umumnya dirumuskan sebagai berikut,

$$F_t = \frac{i_t \cdot i_g \cdot M_e}{r} \eta_t \dots (2.13)$$

dimana,

$F_t = F_f + F_r$  = gaya dorong pada kendaraan roda penggerak depan dan belakang (N)

$F_t = F_f$  = gaya dorong pada kendaraan dengan roda penggerak depan (N)

$F_t = F_r$  = gaya dorong pada kendaraan dengan roda penggerak belakang (N)

$M_e$  = torsi keluaran dari mesin (N.m)

$n_e$  = putaran mesin

$n_{tr}$  = putaran transmisi

$n_p$  = putaran poros penggerak

$r$  = jari-jari roda (m)

$\eta_t$  = efisiensi transmisi,

(0.88-0.92) untuk mesin yang letaknya memanjang, poros penggerak belakang

(0.91-0.95) untuk mesin yang letaknya melintang

$i_t$  = perbandingan gigi transmisi

$i_g$  = perbandingan transmisi pada garden

Sedangkan, untuk jenis transmisi pada kendaraan *Automatic Transmission* 4X4 AT terdapat rasio torsi konverter serta *transfer case*, maka perhitungan gaya dorong nya adalah sebagai berikut,

$$F_t = \frac{C_{tr} \cdot i_t \cdot i_g \cdot i_{tc} \cdot M_e}{r} \cdot \eta_t \cdot \eta_{ctr} \cdot \eta_{tc} \dots (2.14)$$

dimana,

$C_{tr}$  = rasio torsi konverter

$i_{tc}$  = rasio transfer case

$\eta_{ctr}$  = efisiensi torsi konverter

$\eta_{tc}$  = efisiensi transfer case

### 2.3.3 Kecepatan dan Percepatan Kendaraan

Kecepatan maksimum kendaran dalam setiap tingkat transmisi (k) dapat dirumuskan:

$$V_k = \frac{Rpm \text{ output engine} \times C_{sr}}{i_k \times i_g \times i_{ctr} \cdot i_{tc}} \times \frac{2\pi}{60} \times \text{jari} - \text{jari roda aktif} \times \frac{3600}{1000} \dots (2.15)$$

dimana,

$V_k$  = kecepatan pada tingkat k (km/h)

$i_k$  = rasio transmisi pada tingkat k

$C_{sr}$  = rasio kecepatan torsi converter

Dalam gerakan lurus besarnya percepatan dapat dilakukan oleh kendaraan adalah merupakan factor penting sebagai parameter kinerja laju kendaraan. Untuk kendaraan yang bergerak dari keadaan diam sampai kecepatan tertentu (percepatan) atau dari kecepatan tertentu sampai berhenti (perlambatan) , maka percepatan (a), waktu (t), dan jarak (S) dapat dihitung dengan rumus sebagai berikut,

- a. Untuk kondisi percepatan, kendaran diam mencapai kecepatan akhir (Vt)

$$a = \frac{Vt^2}{2.S} = \frac{Vt}{t} = \frac{2.S}{t^2} \dots (2.16)$$

$$t = \frac{Vt}{a} = \frac{2.S}{Vt} = \sqrt{\frac{2.S}{a}} \dots (2.17)$$

$$S = \frac{Vt^2}{2.a} = \frac{Vt \cdot t}{2} = \frac{2.t^2}{2} \dots (2.18)$$

- b. Sedangkan untuk mencari percepatan untuk setiap tingkat gigi (k), dapat dirumuskan sebagai berikut:

$$a_k = \frac{(Ft - Rrr - Ra)}{\text{massa penuh}} \dots (2.19)$$

dimana,

a = percepatan (m/s)

Ft = gaya dorong (N)

Rrr = gaya hambat resistance pada roda belakang (N)

Ra = hambatan hambatan aerodinamika (N)

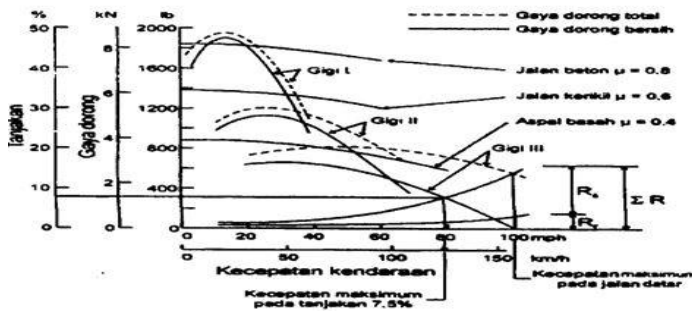
## 2.4 Karakteristik Transmisi Kendaraan

Untuk memudahkan kita mengetahui karakteristik transmisi kendaraan, maka dibuat grafik untuk gaya dorong – kecepatan. Contoh grafik karakteristik kendaraan untuk suatu

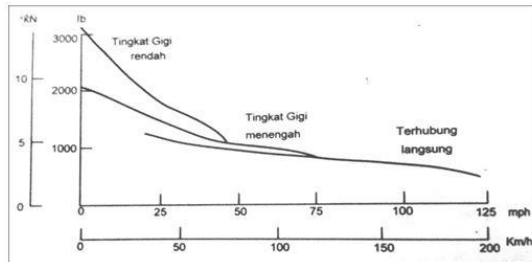
transmisi 4 tingkat ditunjukkan pada gambar 2.7 dibawah. Pada gambar tersebut ditunjukkan hambatan rolling ( $R_r$ ) dan hambatan aerodinamik ( $R_a$ ) yang terjadi pada kendaraan, serta gaya dorong total, gaya dorong bersih, dan gaya dorong maksimum yang dapat terjadi pada bidang kontak ban dan jalan dengan asumsi koefisien gesek tertentu. Gaya dorong bersih ( $F_n$ ) yang dimaksudkan adalah gaya dorong total dikurangi hambatan rolling dan hambatan aerodinamika, dirumuskan sebagai berikut:

$$F_n = F - R_r - R_a \dots (2.20)$$

Disamping itu juga pada gambar tersebut ditunjukkan gradability sehingga besarnya kecepatan maksimum yang dapat dicapai kendaraan pada gradability tertentu pada jalan datar. Selanjutnya, apabila kita tinjau grafik karakteristik traksi mobil *Automatic Transmission*, maka grafik nya akan cenderung lebih landai (gambar 2.8) dibandingkan *manual transmission*. Hal ini diakibatkan oleh adanya *torsion controller* yang bisa mengatur torsi *output engine* sesuai dengan kebutuhan gaya dorong kendaraan.

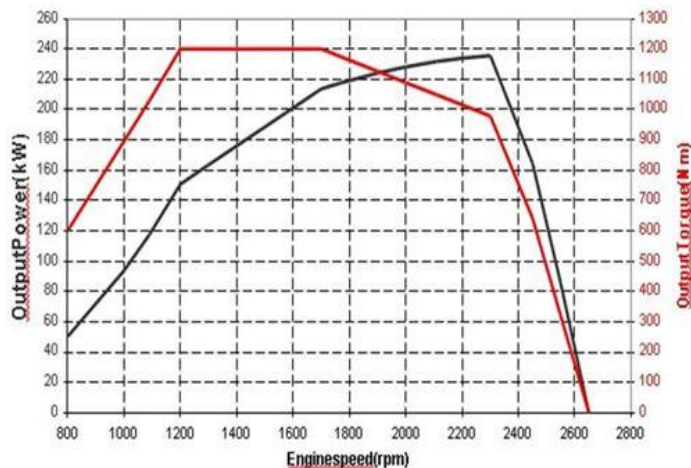


Gambar 2.7 Grafik karakteristik kinerja transmisi dari suatu kendaraan penumpang MT(*manual transmission*)



Gambar 2.8 Grafik karakteristik kinerja transmisi dari suatu kendaraan penumpang AT (automatic transmission)

## 2.5 Karakteristik kinerja engine panser anoa apc 3 6x6 Dxi7 Renault Truck Defence



Gambar 2.9 Grafik kinerja engine Renault truck defence Dxi7-V1

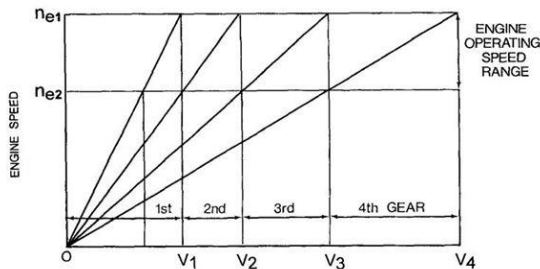
Dari grafik di atas dapat diketahui bahwa mesin mengeluarkan daya sebesar 40 kW pada putaran 800 rpm dan Torsi sebesar 600 N.m pada putaran 800 rpm. Output daya dan Torsi terus meningkat untuk Torsi meningkat hingga putaran 1200 rpm dan



konstan hingga rpm 1700 torsi yang di hasilkan adalah 1200N.m, setelah itu mengalami penurunan ketika melewati rpm 1700 hingga 2650. Sedangkan untuk Output daya(kW) yang dikeluarkan terus meningkat dari rpm 800 hingga rpm 2300 yaitu 40 kW hingga 230kW. setelah melewati rpm 2300 output daya yang di keluarkan oleh mesin menurun.

## 2.6 Desain Tingkatan Gigi (Progressi Geometris )

Transmisi merupakan bagian dari sistem pemindah tenaga dari sebuah kendaraan, yaitu sistem yang berfungsi mengatur tingkat kecepatan dalam proses pemindahan tenaga dari sumber penggerak ke roda kendaraan. Salah satu cara untuk mencari perbandingan gigi antara tingkat transmisi terendah dan tertinggi adalah dengan cara progresi geometris. Cara ini umumnya dipakai sebagai langkah iterasi awal. Batas kecepatan operasi dari mesin terendah ( $n_{e1}$ ) dan tertinggi ( $n_{e2}$ ) harus ditetapkan terlebih dahulu. Penetapan ini berdasarkan karakteristik torsi dari mesin, batas ini biasa dipilih disekitar torsi maksimum mesin. Konsep dari progresi geometris ditunjukkan pada gambar 2.10, dimana menggambarkan transmisi dengan 4 tingkat kecepatan.



Gambar 2.10 Grafik pemilihan perbandingan gigi dengan rasio geometri

Berdasarkan gambar 2.10, dengan perbandingan geometris maka untuk transmisi 4 tingkat didapat hubungan perbandingan gigi sebagai berikut :

$$\text{dimana, } \frac{i_2}{i_1} = \frac{i_3}{i_2} = \frac{i_4}{i_3} = \frac{ne_2}{ne_1} = Kg \dots(2.21)$$

$i_1, i_2, i_3, i_4$  = perbandingan gigi pada tingkat transmisi I, II, III, IV

$Kg$  = konstanta perbandingan

Langkah pertama untuk mendesain tingkat transmisi, harus ditentukan terlebih dahulu rasio transmisi pertama dan rasio transmisi terakhir kendaraan. Untuk menentukan rasio transmisi pertama (I), dapat dihitung dengan rumus:

$$i_1 = \frac{F_1.r}{Me \cdot i_d \cdot \eta_t} \dots(2.22)$$

Kemudian, rasio transmisi pada tingkat terakhir (n) dirumuskan sebagai berikut :

$$i_n = \frac{F_n.r}{Me \cdot i_d \cdot \eta_t} \dots(2.23)$$

Dengan demikian, nilai faktor  $Kg$  dapat ditentukan dengan rumus 2.21. Selanjutnya, nilai  $Kg$  tersebut digunakan untuk menentukan nilai  $i_2, i_3$  dst.

$$Kg = \left( \frac{i_n}{i_1} \right)^{\frac{1}{n-1}} \dots(2.24)$$

## 2.7 Komponen Penyalur Daya

### 2.7.1 Tipe Penyalur Daya (*Drive Train*) berdasarkan gerak roda

Secara umum jenis drive train berdasarkan jumlah roda yang dibagi menjadi tiga, yaitu: *2WD (two wheel drive)*, *4WD (four wheel drive)* dan *AWD (All wheel drive)*. Pembagian ini

didasarkan pada kemana saja daya dari mesin yang ditransferkan pada setiap roda mobil tersebut. Secara singkat *2WD* mentransmisikan daya mesin hanya pada dua roda yang satu poros (shaft) pada kendaraan, sementara roda yang lainnya hanya akan mengikuti pergerakan dari kedua roda tersebut. Untuk *4WD*, daya mesin akan ditransmisikan ke empat roda dengan memindahkan daya pada poros roda depan dan roda belakang. Namun biasanya *4WD* hanya bersifat parsial atau sementara (*part time*). Sedangkan AWD bisa disebut dengan *full time 4WD*, dimana fungsi kerja roda dirancang untuk mampu menghadapi segala jenis permukaan jalan.

Sistem *four wheel* telah dikembangkan mulai dari tahun 1940. Dan pada saat itu diaplikasikan pada kendaraan-kendaraan militer yang sering menghadapi medan yang sulit. Meskipun pada awalnya sistem ini membutuhkan kemampuan pengemudi yang berada di atas rata-rata, namun dengan perkembangannya sistem ini mulai mudah untuk digunakan oleh semua pengemudi. Terdapat beberapa komponen utama yang digunakan pada transmisi 4wd, diantaranya adalah sebagai berikut,

#### **2.7.1.1 Differential**



Gambar 2.11 *Front wheel differensial mazda cx5*

*Differential* (gambar 2.11) merupakan komponen pada *4WD* yang berfungsi untuk meneruskan torsi dari mesin menuju poros penggerak roda. Selain itu, *differential* dapat mengatur putaran pada roda ketika berbelok. Dimana pada kondisi berbelok, roda bagian dalam harus berputar dengan kecepatan yang lebih rendah dari pada roda bagian luar. Pada sistem *4WD*, *differential*

ditempatkan diantara kedua roda belakang maupun roda depan. Jenis *differential* pun berbeda-beda, sesuai dengan desain kendaraan yang dipakai

### 2.7.1.2 *Transfer Case*.



Gambar 2.12 *Transfer case*

Transfer Case (gambar 2.12) merupakan komponen yang berfungsi untuk membagi daya antara penggerak roda depan dengan penggerak roda belakang. Untuk kondisi berbelok, ketika *differential* mengatur kecepatan roda bagian dalam dan bagian luar, *transfer case* pada sistem 4WD mengunci penggerak depan dengan penggerak roda belakang sehingga menghasilkan kecepatan putar yang sama antara depan dan belakang. Pada *part-time four wheel drive*, kebanyakan *transfer case* dilengkapi dengan gear-gear tambahan yang memberikan *low range* pada kendaraan. Penambahan *gear* ini akan memberikan kendaraan torsi tambahan dan kecepatan yang sangat lambat. Dalam penelitian ini, Posisi *shifting gear transfer case* berada pada posisi HL, sehingga distribusi daya oleh *transfer case* pada roda depan dan belakang 50:50.

### 2.7.1.3 Locking hub.

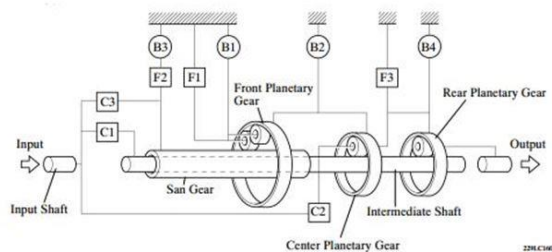


Gambar 2.13 Locking hub

Locking hub (gambar 2.13) ini berada pada setiap roda. Ketika *four wheel drive* tidak digunakan, *locking hub* ini akan berfungsi sebagai pemutus roda depan dengan *differential*, *half shaft* (penggerak yang menghubungkan *differential* menuju hub) dan *driveshaft* (poros penggerak). Sehingga pada kondisi ini kendaraan sedang menggunakan sistem 2WD.

### 2.7.2 Komponen Penyalur Daya Jenis Automatic Transmission.

Gambar 2.14 Susunan komponen gearbox transmisi



*automatic.*

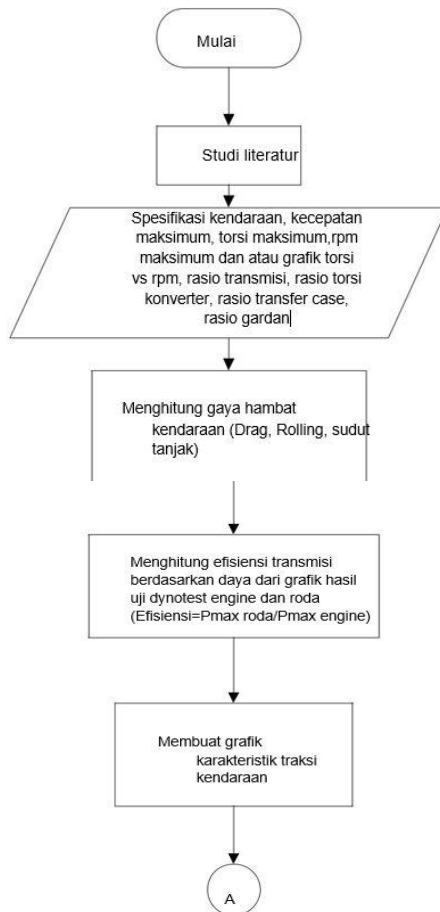
Komponen penyalur daya adalah sekelompok komponen kendaraan yang berfungsi untuk menyalurkan dan merubah daya

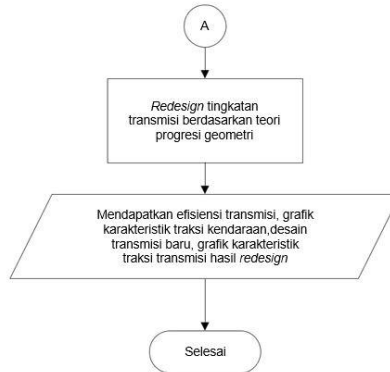
dan torsi mekanis yang dihasilkan mesin menjadi gaya dorong atau gaya traksi yang terjadi pada bidang kontak roda penggerak dan jalan. Untuk dapat merubah dan menyalurkan daya dan torsi tersebut, umumnya komponen penyalur daya pada kendaraan terdiri dari: kopling, transmisi, poros-propeller, gardan, poros penggerak dan roda penggerak. <sup>[3]</sup>. Pada umumnya, terdapat beberapa tingkat transmisi pada sebuah kendaraan. Hal ini bertujuan supaya torsi dan kecepatan puratan yang dikeluarkan oleh komponen penyalur daya sesuai dengan kebutuhan gaya dorong. Sebab, kebutuhan gaya dorong mobil berbeda bergantung pada kondisi lintasan yang dilalui. Secara umum, komponen penyalur daya pada kendaraan dibagi menjadi dua tipe, yaitu tipe manual (*manual transmission*) dan otomatis (*automatic transmission*). Pada automatic transmission, komponen penyalur daya secara otomatis akan memindahkan rasio gigi sesuai dengan traksi yang dibutuhkan roda dengan bantuan sensor serta aktuator berupa *clutch* dan *brake* seperti terlihat pada gambar 2.14.

## BAB III METODOLOGI

### 3.1 Metode Penelitian

Berikut ini disajikan langkah-langkah penelitian dalam bentuk *flowchart*.





Gambar 3.1 *Flowchart* Metode Penelitian

Pada penulisan tugas akhir ini, prosedur penelitian dilakukan dengan beberapa tahapan yang dilakukan sebagai berikut:

1. Tahap awal, melakukan analisa-analisa dengan sumber studi literatur terhadap buku, catalogue, jurnal dan penelitian terdahulu mengenai karakteristik kendaraan
2. Tahap berikutnya adalah mencari data dan spesifikasi Panser Anoa APC 3 6x6
3. Tahap ketiga adalah penentuan variabel-variabel yang dipakai dalam melakukan analisa dan perhitungan sebagai batasan dari penelitian
4. Tahap keempat, melakukan perhitungan gaya hambat yang terjadi pada mobil berdasarkan data dan variabel yang didapatkan pada beberapa tingkat kecepatan
5. Tahap kelima, membuat perhitungan gaya dorong pada masing-masing tingkat transmisi dengan efisiensi yang telah didapatkan dari grafik hasil pengujian *dynotest*
6. Tahap keenam, memplot hasil perhitungan gaya dorong dan gaya hambat pada grafik karakteristik traksi



7. Tahap ketujuh, mengevaluasi dan membuat rancangan tingkat transmisi berdasarkan teori progresi geometris
8. Menyusun saran dan rekomendasi rasio tingkat transmisi agar lebih efisien

### 3.2 Studi Literatur

Pada penelitian ini langkah awal yang dilakukan adalah studi literatur tentang panser anoa apc 3 6x6 yang ada, dan mempelajari literatur atau studi pustaka terkait teori-teori yang berkaitan dengan penelitian yang akan dilakukan.

### 3.3 Flowchart Perhitungan

#### 3.3.1 Flowchart perhitungan gaya hambat kenadaraan

Langkah-langkah yang perlu dilakukan dalam perhitungan gaya hambat ditunjukkan pada gambar 3. skema penelitian pada gambar 3.1, dapat dijelaskan sebagai berikut:

Langkah-langkah perhitungan gaya hambat kendaraan

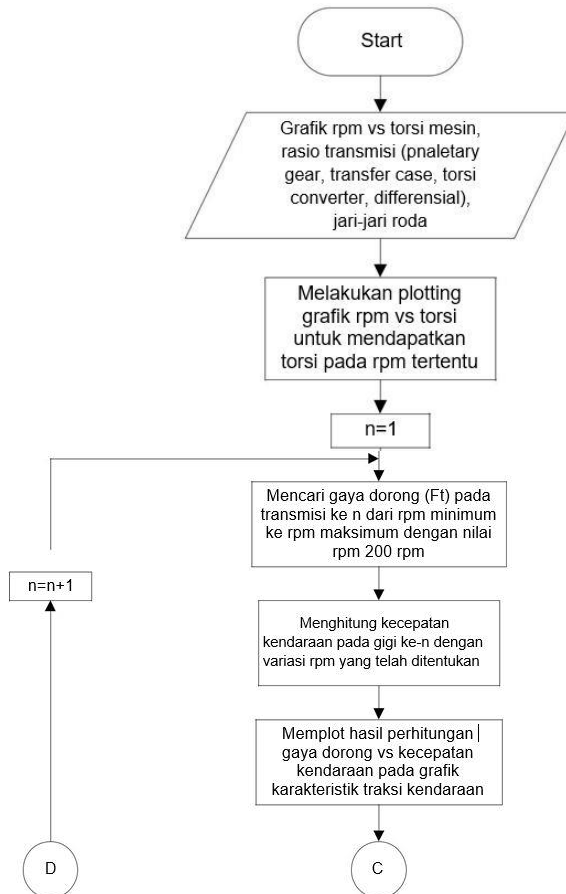
1. Menentukan variasi kecepatan kendaraan yang diinginkan, serta menghitung luas area frontal kendaraan
2. Menentukan koefisien drag berdasarkan literature
3. Menghitung gaya hambat aerodinamis kendaraan dengan rumus 2.1
4. Menentukan koefisien *rolling resistance* ban berdasarkan tekanan ban kendaraan
5. Menghitung gaya hambat *rolling* kendaraan dengan variasi sudut tanjakan yang berbeda ( $R_r = f_r W$  pada kondisi jalan datar ;  $R_r = f_r W \cos \theta$  pada kondisi tanjakan)
6. Menghitung gaya hambat tanjakan kendaraan dengan beberapa variasi sudut tanjak

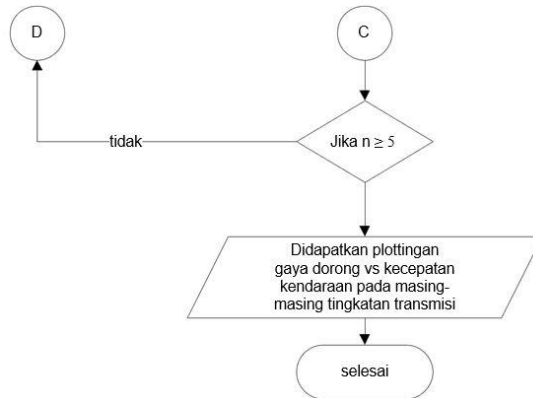
## 7. Menghitung gaya hambat total kendaraan



Gambar 3.2 *Flowchart* Perhitungan Gaya Hambat

### 3.3.2 Flowchart perhitungan gaya dorong kendaraan 5 Tingkat Kecepatan





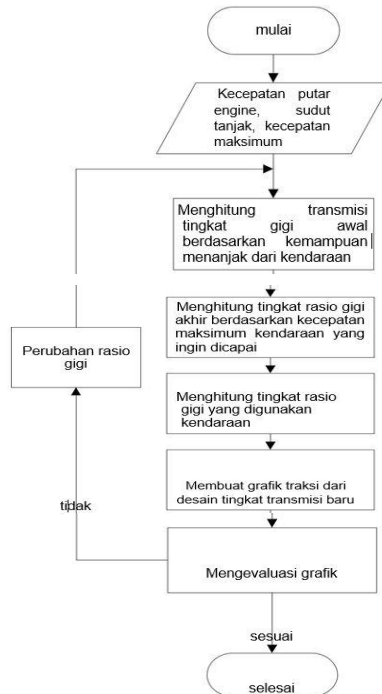
Gambar 3.3 *Flowchart* perhitungan gaya dorong

Langkah-langkah perhitungan gaya dorong kendaraan,

1. Mencari nilai Grafik rpm vs torsi mesin, rasio transmisi (planetary gear, transfer case, torsi converter, differensial), jari-jari roda sebagai data acuan
2. Selanjutnya memplotting gradik rpm vs torsi yang telah di dapatkan untuk menentukan besarnya torsi mesin pada masing-masing kecepatan sudut (rpm) mesin dengan variasi ( $\Delta \text{rpm } 200$ )
3. Menghitung besarnya gaya dorong kendaraan untuk masing-masing variasi kecepatan sudut kendaraan (rpm)
4. Menghitung besarnya kecepatan kendaraan untuk masing-masing kecepatan sudut mesin (rpm)
5. Melakukan plotting hasil perhitungan kecepatan kendaraan ( $V_k$ ) vs gaya dorong ( $F_t$ ) pada grafik karakteristik transmisi kendaraan
6. Mengulangi perhitungan gaya dorong ( $F_t$ ) dan kecepatan kendaraan ( $V_k$ ) pada tingkatan transmisi 2,3,4 dan 5, kemudian memplotting pada grafik karakteristik transmisi kendaraan

7. Mendapatkan plottingan gaya dorong ( $F_t$ ) vs kecepatan kendaraan ( $V_k$ ) pada masing-masing tingkat transmisi kendaraan

### 3.3.3 *Flowchart* perhitungan rasio dan tingkat gigi transmisi.



Gambar 3.4 *Flowchart* perhitungan rasio dan tingkat transmisi gigi

Langkah-langkah perhitungan rasio tingkat transmisi

1. Menentukan sudut maksimum kendaraan yang akan dilalui

2. Menghitung rasio transmisi awal, desain harus dapat melewati sudut tanjakan maksimum dengan rumus 2.22 seperti berikut

$$i_1 = \frac{F_1 r}{Me \cdot i_d \cdot \eta_t}$$

dimana, saat kondisi menanjak besarnya  $F_1 = W \cdot \sin \theta_{maks} + fr \cdot W$ .

3. Menentukan rasio gigi terakhir, desain harus dapat menahan gaya hambat angin (*drag force*) yang timbul. Perhitungan menggunakan rumus 2.23 berikut,

$$i_n = \frac{F_n r}{Me \cdot i_d \cdot \eta_t}$$

dimana, saat kondisi menanjak besarnya  $F_1 = fr \cdot W + \frac{1}{2} \rho \cdot C_d \cdot A \cdot f \cdot V_a^2$

4. Menyesuaikan rasio gigi dari perhitungan yang telah dilakukan dengan gaya dorong.

### 3.4 Spesifikasi Panzer ANOA APC 3 6x6

#### 3.1.1 Informasi Umum

Berikut di sajikan beberapa informasi umum mengenai Panzer Anoa APC 3 6x6

Tabel 3.1 Spesifikasi *Engine Renault Truck Defence Dxi7-V1*

Designation	Unit	Data
Rated power/engine speed	rpm	2300
Maximum power at rated speed	kW	235
Maximum torque/ eng. speed	Nm / rpm	1200 / [1200– 1700]
Idling speed	rpm	600 <sup>+0/ +50</sup>
High idle speed	rpm	2650
Emission level	w/o	<b>EURO4/ EURO3</b>

Tabel 3.2 Dimensi Panser Anoa APC 3 6X6

Dimensi Keseluruhan	
Panjang kendaraan	6,000 m
Lebar kendaraan	2,500 m
Tinggi kendaraan	2,170 m
<i>Road clearence</i>	0,4 m
Jejari dinamis roda	0,6 m
Beban	
Massa Kendaraan Kosong	12.500 kg
Massa Muatan Penuh	13.280 kg

Tabel 3.3 Rasio Gigi Transmisi ZF 6 HP 502S

1	6,893
2	4,247
3	2,607
4	1,564
5	1
R	3,2
final drive	5,428

***“Halaman ini sengaja dikosongkan”***

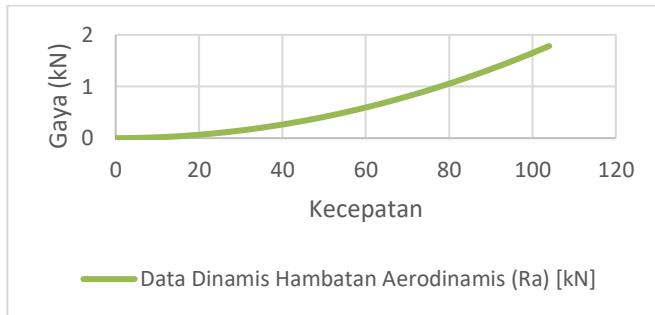


## BAB IV ANALISIS DATA DAN PEMBAHASAN

### 4.1 Perhitungan Gaya Dorong Kendaraan

Kebutuhan gaya dorong kendaraan ditentukan berdasarkan tinjauan beban yang dialami kendaraan, yaitu beban saat kendaraan berjalan dalam kondisi lurus yang terdiri dari gaya hambat udara, gaya hambat angin dan gaya hambat *rolling*, serta saat kendaraan dalam kondisi menanjak. Perhitungan gaya dorong digunakan untuk mengetahui kecepatan serta percepatan yang mampu dihasilkan kendaraan saat beroperasi.

#### 4.1.1 Perhitungan Gaya Hambat Udara

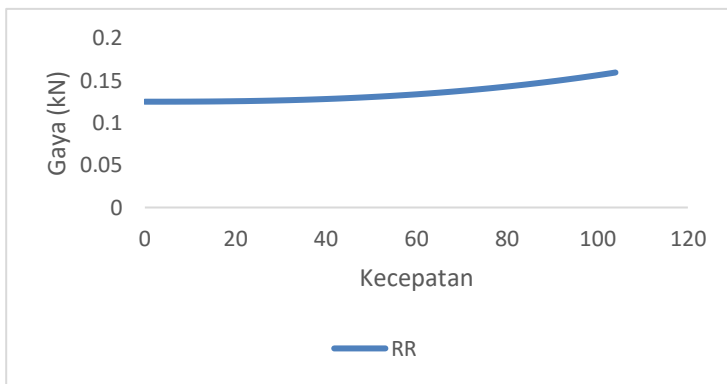


Grafik 4.1 Gaya Hambat Udara Panser ANOA APC 3 6x6

Grafik 4.1 menunjukkan hasil perhitungan gaya hambat udara (*drag*) kendaraan saat melaju pada kecepatan tertentu. Gaya hambat udara diatas didapat dari input data variabel bebas kendaraan berupa luasan penampang *frontal* kendaraan ( $A_f$ ) yang di dihitung menggunakan rumus *coastdown* sebesar  $4.452 \text{ m}^2$  , koefisien *drag* ( $C_d$ ) dari jenis kendaraan (berdasarkan bentuk bodi

yang persis dengan panser 0,8) serta kecepatan kendaraan yang divariasikan dari kecepatan 0 sampai 90 km/jam. Sementara, variabel tetap berupa massa jenis udara ( $\rho$ ) sebesar  $1.2 \text{ kg/m}^3$ . Terlihat melalui persamaan gaya hambat udara,  $R_a = \frac{1}{2} \cdot \rho \cdot u_{udara} \cdot C_d \cdot A_f \cdot V^2$  maka semakin besar kecepatan dari kendaraan maka semakin besar juga gaya hambat udara yang terjadi pada kendaraan, dikarenakan fungsi gaya hambat udara kendaraan berbanding lurus dengan fungsi kecepatan.

#### 4.1.2 Perhitungan Gaya Hambat *Rolling* ( $R_r$ )



Grafik 4.2 Gaya Hambat *Rolling* Panser ANOA APC 3 6x6

Grafik 4.2 menunjukkan hasil perhitungan gaya hambat *rolling* kendaraan saat melaju pada kecepatan tertentu. Gaya hambat *rolling* didapat dari input data variabel bebas kendaraan berupa koefisien *rolling* yang berbeda pada tiap tingkat kecepatan, yang diperoleh dari tabel hasil uji JJ. Taborek<sup>[3]</sup>. Besarnya koefisien ini juga bergantung pada jenis ban dan tekanan dari ban (rumus 2.2), pada ban bertekanan 50 psi nilai  $f_0$  sebesar 0.01 dan

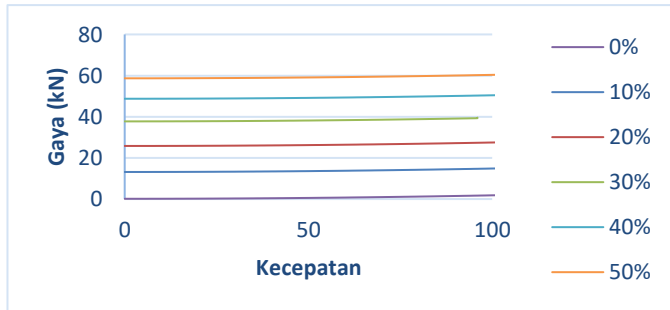
fs sebesar 0.0025 (didapat dari gambar 2.4). Besarnya gaya hambat *rolling* merupakan hasil perkalian antara koefisien hambatan *rolling* dengan gaya normal kendaraan (rumus 2.4).

Berdasarkan grafik, terlihat bahwa semakin besar kecepatan kendaraan maka semakin besar pula hambatan *rolling* yang muncul, meskipun dalam grafik di atas kenaikan dari hambatan *rolling* sangatlah sedikit.

#### 4.1.3 Perhitungan Gaya Hambat Tanjakan

Gaya hambat ketika mobil menanjak merupakan akumulasi dari gaya hambat total saat melaju pada tanjakan dengan nilai *gradeability* tertentu (rumus 2.7). Pada penelitian ini, perhitungan *gradeability* dilakukan pada 0-50 % . Gaya hambat tanjak sendiri nilainya berbanding lurus dengan sinus dari sudut tanjakan. Besarnya gaya tanjak merupakan hasil perkalian antara berat kendaraan dengan sinus sudut tanjak yang dilalui kendaraan (rumus 2.5).

Besarnya gaya hambat tanjak pada setiap kemiringan bernilai konstan. Setelah mendapatkan gaya tanjak, maka selanjutnya pada masing-masing kemiringan nilai gaya tanjak diakumulasikan dengan gaya hambat angin dan *rolling resistance* menjadi gaya hambat total tanjakan. Grafik 4.3 memperlihatkan gaya hambat total (Ft) saat kendaraan melaju pada tanjakan untuk masing-masing *gradeability*

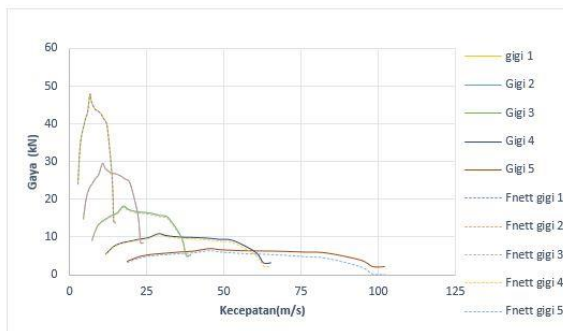


Grafik 4.3 Gaya hambat total tanjakan

Dari grafik 4.3 terlihat bahwa semakin besar nilai kemiringan dari tanjakan, maka akan semakin besar pula gaya hambat yang dialami kendaraan seiring bertambahnya kecepatan kendaraan.

#### 4.1.4 Perhitungan Gaya Dorong Standar Panser ANOA APC

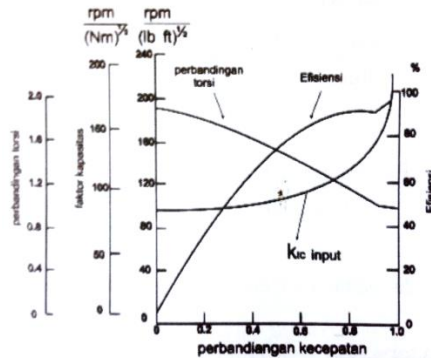
##### 3 6x6



Grafik 4.4 Gaya dorong(Traksi) Standar Panser ANOA APC 3

6x6

Grafik 4.4 menunjukkan besarnya gaya dorong yang dihasilkan kendaraan pada masing-masing tingkatan transmisi. Dalam melakukan perhitungan gaya dorong (rumus 2.14), nilai rasio gigi ( $i_t$ ), rasio gardan ( $i_g$ ), torsi mesin ( $M_e$ ), jari-jari roda ( $r$ ), serta rasio transfer case ( $i_{tc}$ ) menggunakan spesifikasi data yang di dapat dari PT.PINDAD.



Grafik 4.5 Karakteristik Kinerja Torsi Koneverter

Untuk nilai  $C_{tr}$  sendiri didapatkan dari grafik 4.5 dengan cara menarik garis lurus dari perbandingan kecepatan ke garis perbandingan torsi setelah mendapatkan titik pada perbandingan torsi barulah di hubungkan pada parameter perbandingan torsi.  $C_{tr}$  sendiri diperlukan untuk mendapatkan torsi mesin ( $M_e$ ) dimana torsi output yang didapatkan dari grafik kinerja *engine* renault Dxi7-V1 *Truck defence* (Gambar 2.9) dibagi dengan  $C_{tr}$  yang didapatkan dari grafik karakteristik kinerja torsi konverter

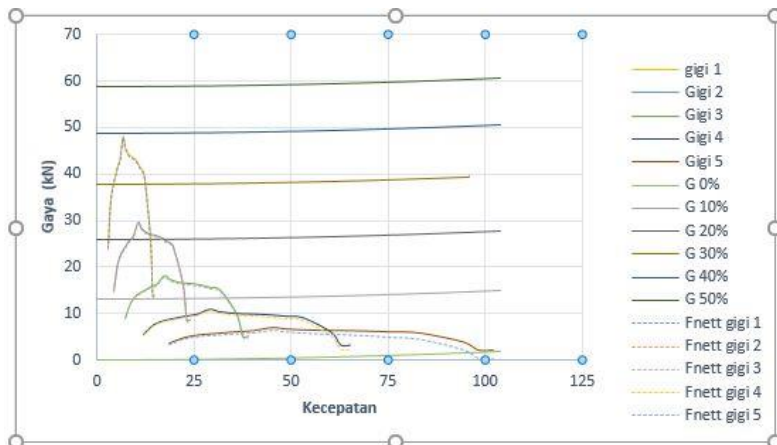
Selanjutnya, hubungan dari nilai rasio torsi ( $C_{tr}$ ) dan efisiensi torsi konverter terhadap gaya dorong terlihat dari persamaan  $F_t = \frac{C_{tr} \cdot i_t \cdot i_g \cdot i_{tc} \cdot M_e}{r} \cdot \eta_t \cdot \eta_{ctr} \cdot \eta_{tc}$  dimana semakin besar  $C_{tr}$  dan efisiensi torsi konverter maka semakin besar juga nilai gaya dorong kendaraan. Untuk nilai rasio ( $C_{tr}$ ) dan efisiensi ( $\eta$ ) torsi konverter diperoleh dari grafik karakteristik torsi

converter diatas (grafik 4.5). Untuk mencari  $\eta$  torsi converter, pertama diasumsikan nilai kapasitas mesin ( $K_e$ ) sama dengan nilai kapasitas torsi converter ( $K_{tc}$ ),

$$K_e = \frac{ne}{\sqrt{Me}}$$

Dimana  $ne$  dan  $Me$  adalah putaran dan torsi mesin. Berikutnya, setelah didapat faktor kapasitas pada masing-masing putaran mesin dilakukan plotting nilai  $K_{tc}$  pada grafik 4.5 menggunakan bantuan software agar nilai absis dan ordinat yang didapatkan akurat.

#### 4.2 Karakteristik Traksi Panzer ANOA APC 3 6x6 Standar

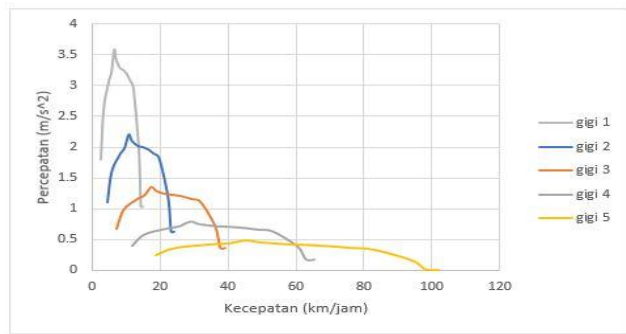


Grafik 4.6 Karakteristik Traksi Panzer ANOA APC 3 6x6 Standar

Setelah melakukan perhitungan gaya hambat total dan gaya dorong kendaraan, kedua grafik di plotkan menjadi satu (grafik 4.6). Berdasarkan grafik 4.6 diatas dapat diperoleh

beberapa informasi mengenai kinerja yang mampu dihasilkan oleh kendaraan, seperti traksi yang dihasilkan kendaraan, kecepatan maksimum yang mampu ditempuh, tanjakan maksimum yang mampu dilalui, serta percepatan yang mampu dihasilkan pada masing-masing gigi.

Pada grafik 4.6 terlihat bahwa pada tingkat gigi pertama besarnya traksi maksimum untuk tingkat gigi pertama sebesar 47975,8072 N pada 1700 rpm sehingga mobil ini mampu melewati jalanan dengan *gradeability* sebesar 30%, tetapi tidak mampu melewati jalanan dengan *gradeability* sebesar 40 dan 50 %. Untuk tingkat gigi kedua, nilai traksi maksimum nya sebesar 29,559 kN , pada tingkat gigi ketiga sebesar 18,144 kN, pada tingkat gigi keempat sebesar 10,885 kN dan pada tingkat gigi kelima sebesar 6,96 kN. Gaya traksi yang di hasilkan oleh tingkat gigi yang lebih rendah lebih besar di dibandingkan dengan gaya traksi yang di hasilkan oleh tingkat gigi yang lebih tinggi di karenakan rasio di tingkat gigi rendah lebih besar di dibandingkan dengan rasio gigi di tingkat gigi yang lebih tinggi dan besarnya rasio gigi di tiap tingkat gigi berbanding lurus dengan gaya traksi yang di hasilkan. Besarnya percepatan yang mampu dicapai kendaraan dapat disajikan dalam bentuk seperti grafik 4.7



Grafik 4.7 Percepatan Panser ANOA APC 3 6x6 tingkat 5 Standar

Pada tingkat gigi pertama, percepatan maksimum yang mampu dihasilkan sebesar  $3,585 \text{ m/s}^2$ , tingkat gigi kedua sebesar  $2.204 \text{ m/s}^2$ , tingkat gigi ketiga sebesar  $1.345 \text{ m/s}^2$ , tingkat gigi keempat sebesar  $0.7958 \text{ m/s}^2$ , dan pada tingkat gigi kelima sebesar  $0.486 \text{ m/s}^2$ . Terlihat bahwa antara grafik gaya dorong dengan grafik percepatan kendaraan memiliki kesamaan *trendline*, sebab besarnya percepatan kendaraan merupakan gaya dorong bersih kendaraan yang dibagi dengan masa total kendaraan yang nilainya konstan.

Seperti terlihat pada grafik 4.6 diatas, antara tingkatan gigi 1 menuju tingkatan gigi 2 terdapat jarak yang cukup banyak (loses traksi) ketika dilakukan perpindahan gigi. Pada kecepatan sama  $6,6 \text{ km/jam}$ , dari tingkat gigi pertama menuju tingkat gigi kedua terdapat loses traksi sebesar  $18,416 \text{ kN}$ . Pada kecepatan yang sama  $10,67 \text{ km/jam}$ , dari tingkat gigi kedua menuju tingkat gigi ketiga terdapat loses traksi sebesar  $11,414 \text{ kN}$ . Begitu juga pada tingkatan berikutnya, yang dari grafik terlihat masih terdapat celah yang cukup besar. Artinya, masih terdapat traksi yang hilang sia-sia pada saat kendaraan dengan rasio gigi standar beroperasi.

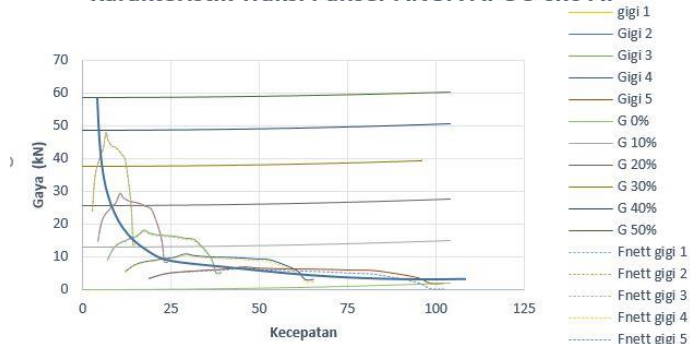
Permasalahan yang bisa di lihat dari grafik karakteristik traksi standar Panser ANOA APC 3 6x6 adalah tidak mampunya Panser untuk melewati jalanan dengan *gradeability* 40% dan 50%

ketidak mampuan kendaraan panser untuk melewati *gradeability* sebesar 40% dan 50% adalah parameter yang akan diperbaiki dalam penelitian ini dengan membuat rasio transmisi baru menggunakan teori progresi geometri.

Berikutnya adalah grafik perbandingan eksponensial dari rasio gyrasi dan karakteristik standar dari Panser ANOA APC 3 6x6.



### Karakteristik Traksi Panzer ANOA APC 3 6x6 AT



Grafik 4.8 Eksponensial Rasio Gyration terhadap karakteristik Panzer ANOA APC 3 6x6 kondisi standar 5 tingkat kecepatan

Dari grafik tersebut terlihat bahwa eksponensial dari rasio gyration lebih landai di bandingkan dengan grafik karakteristik traksi panzer ANOA APC 3 6x6 kondisi standar 5 tingkat kecepatan. Dari grafik tersebut maka perlu di lakukan *redesign* rasio transmisi pada tingkat gigi pertama agar bisa menghasilkan gaya dorong yang lebih besar untuk melewati jalanan dengan *gradeability* 40% dan 50%. Tingkat gigi terakhir pun harus di *redesign* agar menghasilkan kecepatan yang lebih tinggi.

### 4.3 Perhitungan Rasio Transmisi (Teori Progressi Geometri)

Untuk melakukan perhitungan rasio transmisi yang baru, dibutuhkan informasi daya maksimum yang mampu dihasilkan oleh engine, berdasarkan spesifikasi sebesar 235 kW. Langkah untuk menentukan rasio transmisi menggunakan teori progresi geometri adalah pertama, menghitung rasio tingkat gigi pertama, kemudian menentukan rasio tingkat gigi terakhir, dilanjutkan dengan menghitung nilai  $kg$  (rasio gyration) agar dapat

menentukan rasio tingkatan gigi berdasarkan banyak tingkatan yang diinginkan.

### 4.3.1 Menentukan Tingkat Gigi Pertama

Tingkat gigi pertama dirancang dengan mempertimbangkan percepatan yang ingin dicapai pada gigi awal tersebut. Dengan memisalkan kecepatan maksimum yang akan dicapai mobil pada tingkat gigi pertama adalah 14 km/jam, asumsi saat mobil melaju pada tingkat gigi pertama gaya hambat yang dialami hanya gaya hambat rollings ditambah dengan percepatan yang ingin dicapai kendaraan. Daya maksimum engine sebesar 235 kW. Nilai percepatan mobil dapat didapatkan dengan rumus berikut,

$$P_{max} = R_r \cdot V + \frac{W}{g} \cdot a \cdot V$$

Berdasarkan perhitungan gaya hambat kendaraan, nilai  $R_r$  pada saat kecepatan 60 km/jam (lih. Tabel  $R_r$  di lampiran) sebesar 125,27 newton ( $f_r=0.06$ ). Setelah semua parameter dari rumus diatas kita dapatkan, maka didapatkan nilai percepatan kendaraan ( $a$ ) sebesar 4,529 m/s<sup>2</sup>. Dengan demikian, besarnya gaya hambat total yang dialami mobil pada tingkat gigi pertama adalah,

$$\begin{aligned} F &= W \left( f_r + \frac{a}{g} \right) \\ F &= 130914,5 \left( 0.06 + \frac{4,529}{9.81} \right) \\ F &= 68294,372 \text{ newton} \end{aligned}$$

Pertimbangan selanjutnya dalam mendesain tingkat gigi pertaman dengan meninjau traksi yang mampu ditahan bidang kontak antara ban dan jalan, besarnya traksi kendaraan tidak boleh melebihi nilai gaya gesek tersebut agar kendaraan tidak mengalami slip. Besarnya gaya gesek ban dengan bidang kontak adalah,

$$F_{maks} = \mu \times W_r$$

$$F_{maks} = 0.8 \times 130914,5$$

$$F_{maks} = 104731,56 \text{ newton}$$

Melihat keadaan traksi maksimal yang terjadi pada roda lebih kecil dari gaya maksimal yang mampu ditahan oleh bidang kontak, maka dapat dipastikan roda tidak akan mengalami slip. Sehingga, rasio pada tingkat transmisi pertama adalah (rumus 2.21),

$$i_1 = \frac{68294,372 \times 0.6}{991,7 \times 5,482 \times 0.9}$$

$$i_1 = 38,46$$

#### 4.3.2 Menentukan Rasio Gigi Tingkat Akhir

Rasio tingkat gigi terakhir ditentukan berdasarkan kecepatan maksimum yang 'diharapkan mampu dicapai oleh kendaraan. Saat berada pada tingkat gigi terakhir, beban yang dialami kendaraan terdiri dari gaya hambat angin serta gaya hambat rolling, sehingga besarnya gaya total adalah,

$$F = R_r + R_a$$

$$F = 159,46 + 17383$$

$$F = 1942,46 \text{ newton}$$

Selanjutnya dengan persamaan 2.22 didapatkan rasio gigi ke n,

$$i_n = \frac{1942,46 \times 0.6}{333.86 \times 0.9 \times 5,482}$$

$$i_n = 0,707$$

### 4.3.3 Menentukan Tingkatan Rasio Gigi

- Pemasangan 5 tingkat kecepatan

$$Kg = \left( \frac{0,707}{8,46} \right)^{\frac{1}{4}}$$

$$Kg = 0.537$$

Sehingga,

$$i2 = 0.537 \times 8,46 = 4,54$$

$$i3 = 0,537 \times 4,54 = 2,442$$

$$i4 = 0.537 \times 2,442 = 1,331$$

- Pemasangan 6 tingkat kecepatan

$$Kg = \left( \frac{0,707}{8,46} \right)^{\frac{1}{5}}$$

$$Kg = 0.6$$

Sehingga,

$$i2 = 0.6 \times 8,46 = 5,149$$

$$i3 = 0.6 \times 5,149 = 3,0890$$

$$i4 = 0,6 \times 3,08980 = 1.853$$

$$i5 = 0.6 \times 1.853 = 1.1123$$

- Pemasangan 7 tingkat kecepatan

$$Kg = \left( \frac{0,707}{8,46} \right)^{\frac{1}{6}}$$

$$Kg = 0.661$$

- Sehingga,

- $i2 = 0.661 \times 8,46 = 5,5938$

- $i3 = 0.661 \times 5,5938 = 3,6975$

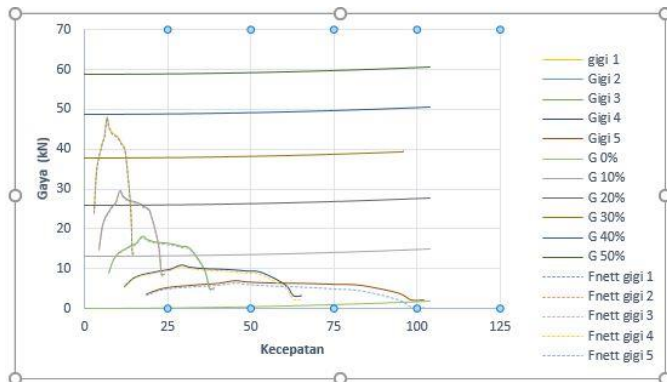
- $i4 = 0.661 \times 3,6975 = 2,44080$

- $i5 = 0.661 \times 2,44080 = 1.615537$

- $i6 = 0.661 \times 1.615537 = 1.06787$

## 4.4 Hasil *redesign* Traksi Panser

### 4.4.1 Karakteristik Traksi Panser 5 Tingkat Kecepatan

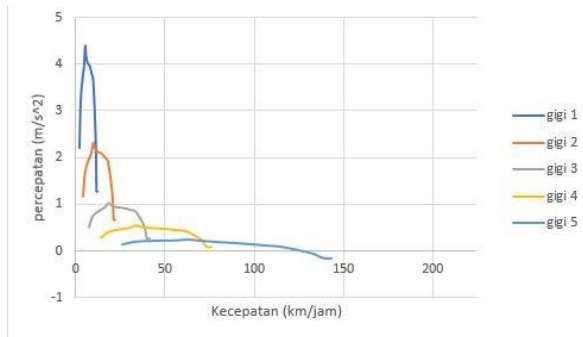


Grafik 4.9 Grafik karakteristik traks Panser ANOA APC 3 6x6 5 tingkat kecepatan hasil *redesign*

Hasil *redesign* rasio transmisi dengan menggunakan 5 tingkat kecepatan seperti terlihat pada grafik 4.9 menunjukkan bahwa pada tingkat gigi pertama, berbeda dengan kondisi mobil standar, kecepatan maksimum yang mampu dicapai sebesar 12,06 km/jam serta traksi maksimum 58,82 kN pada 1700 rpm. Traksi maksimum pada tingkat gigi kedua sebesar 31,15 kN, tingkat gigi ketiga 13,93 kN, tingkat gigi keempat 7,593 dan tingkat gigi ke lima sebesar 4,03 kN dengan kecepatan maksimum yang mampu dicapai sama melebihi kondisi standar yaitu sebesar 116,3 km/jam. Secara umum, traksi yang dihasilkan pada masing-masing tingkatan gigi nilainya lebih besar dibandingkan kondisi standar.

Selanjutnya, jika dibandingkan dengan kondisi standar, losses yang dialami ketika perpindahan gigi dari tingkat satu ke tingkat dua pada kecepatan 6,6 km/jam adalah 25,406 kN dan perpindahan dari tingkat dua ke tingkat tiga mengalami losses sebesar 15,78 kN. Terlihat bahwa losses yang dialami setelah

dilakukan *redesign* semakin besar tetapi permasalahan kemampuan kendaraan melewati *gradeability* 40 % terselesaikan meskipun setelah dilakukan *redesign* traksi yang di hasilkan masih belum bisa melewati *gradeability* 50%.Setelah dilakukan *redesign* transmisi kecepatan maksimum Panser Ano APC 3 6x6 mampu melewati kecepatan kondisi standar yaitu dari 102,04 km/jam menjadi 116,3 km/jam.

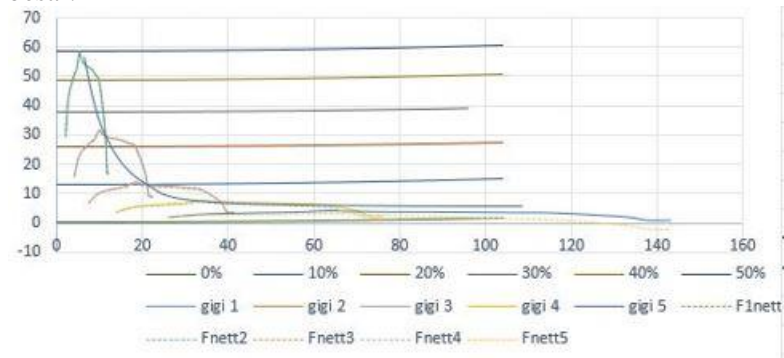


Grafik 4.10 percepatan Panzer ANOA APC 3 6x6 5 tingkat kecepatan hasil *redesign*

Grafik 4.10 menunjukkan percepatan yang mampu dihasilkan kendaraan pada masing-masing tingkatan gigi. Secara keseluruhan nilai percepatan pada masing-masing tingkat kecepatan hasil *redesign* lebih rendah dibandingkan dengan kondisi standar, hanya pada tingkat pertama lebih tinggi di banding kondisi standar. Pada tingkat gigi pertama, percepatan maksimum nya sebesar 4,40 m/s², tingkat gigi kedua 2,323 m/s², tingkat gigi ketiga 1,09 m/s², tingkat gigi keempat 0,544 m/s² dan tingkat gigi terakhir sebesar 0,2424 m/s².

Untuk percepatan hasil *redesign* lebih baik dibandingkan percepatan pada kondisi standar di karenakan lebih tingginya

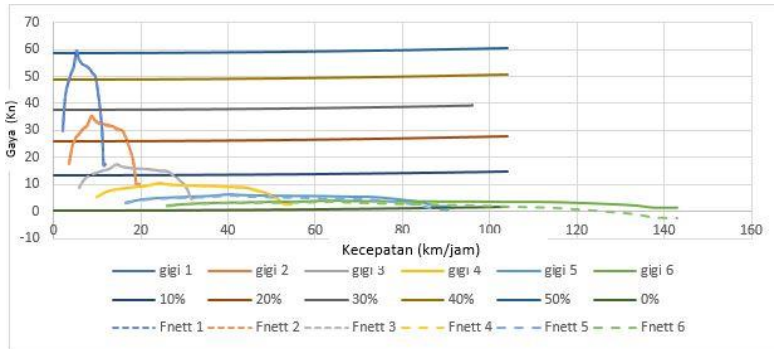
percepatan maka kecepatan maksimum yang di capai akan lebih besar.



Gambar 4.11 Eksponensial Rasio Gyasi terhadap karakteristik Panzer ANOA APC 3 6x6 5 tingkat kecepatan hasil *redesign*

Dari grafik 4.11 terlihat bahwa eksponensial rasio gyasi sedikit lebih ke kanan dari grafik karakteristik traksi Panzer ANOA APC 3 6x6. Dari grafik tersebut terlihat bahwa hasil *redesign* sudah sesuai karena gaya traksi maksimal yang dihasilkan oleh kendaraan sudah sejajar dengan garis eksponensial dari rasio gyasi akan tetapi untuk tingkat kecepatan pertama kecepatan yang di hasilkan masih belum maksimal di karenakan grafik eksponensial sedikit lebih ke kanan dan tidak sejajar dengan grafik karakteristik traksi hasil *redesign* pada tingkat kecepatan pertama. Untuk tingkat gigi akhir, kecepatan yang di hasilkan sudah sesuai dengan grafik eksponensial rasio gyasi.

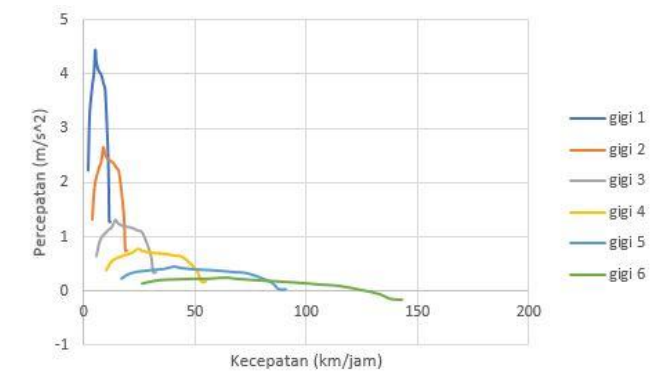
#### 4.4.2 Karakteristik Traksi Panser 6 Tingkat Kecepatan



Grafik 4.12 Grafik karakteristik traksi Panser ANOA APC 3 6x6 6 tingkat kecepatan hasil *redesign*

Hasil *redesign* rasio transmisi dengan menggunakan 6 tingkat kecepatan seperti terlihat pada grafik 4.12 menunjukkan bahwa pada tingkat gigi pertama, berbeda dengan kondisi mobil standar, kecepatan maksimum yang mampu dicapai sebesar 11,942 km/jam serta traksi maksimum 58,82 kN pada 1700 rpm. Traksi maksimum pada tingkat gigi kedua sebesar 35,339 kN, tingkat gigi ketiga 17,628 kN, tingkat gigi keempat 10,572 kN, tingkat gigi ke lima sebesar 6,346 kN, sedangkan tingkat gigi keenam sebesar 4,207 kN. Kecepatan maksimum yang mampu dicapai berbeda seperti kondisi standar yaitu sebesar 116,3 km/jam dengan percepatan hasil perhitungan seperti grafik 4.13 berikut



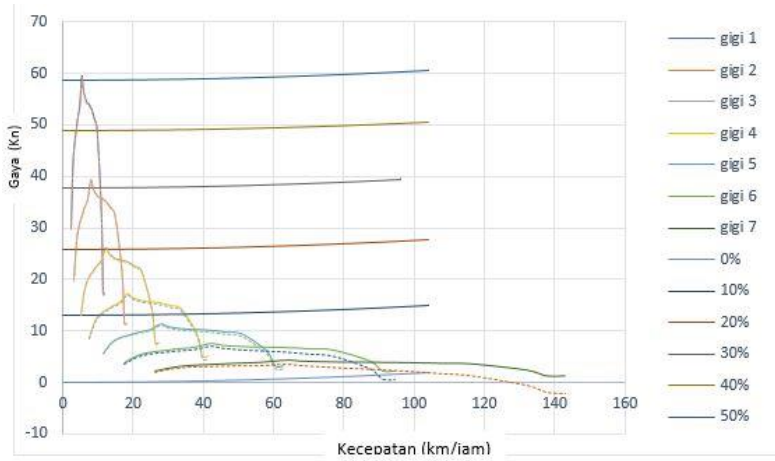


Grafik 4.13 percepatan Panser ANOA APC 3 6x6 6 tingkat kecepatan hasil *redesign*

Jika dibandingkan dengan kondisi standar maupun hasil *redesign* dengan 5 tingkat, distribusi traksi pada range kecepatan 0 sampai 117 km/jam terlihat lebih merata. Selain itu, loses traksi antara tingkat gigi pertama menuju tingkat gigi kedua, begitu seterusnya, memiliki nilai yang lebih besar dibandingkan dengan kondisi mobil standar namun lebih kecil jika dibandingkan dengan hasil *redesign* 5 tingkat kecepatan. Hal ini dapat dilihat dari kecilnya jarak antara grafik saat melakukan perpindahan tingkat kecepatan. Pada kecepatan 6,6 km/jam, dari tingkat gigi pertama menuju tingkat gigi kedua loses traksi sebesar 22,11 kN, nilai loses traksi ini lebih kecil jika dibandingkan hasil *redesign* 5 tingkat kecepatan.

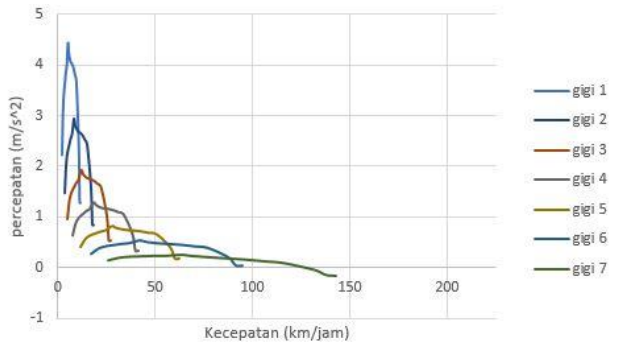
Sedangkan pada tingkat gigi akhir, untuk semua hasil *redesign* nilai traksi nya sama. Serta, tingkat gigi akhir dapat bekerja optimal ditinjau dari besarnya traksi yang mampu dihasilkan tingkat gigi terakhir mampu melawan gaya hambat kendaraan pada kecepatan  $\pm 116,3$  km/jam.

#### 4.4.3 Karakteristik Traksi Panzer 7 Tingkat Kecepatan



Grafik 4.14 Grafik karakteristik traksi Panzer ANOA APC 3 6x6 7 tingkat kecepatan hasil *redesign*

Hasil *redesign* rasio transmisi dengan menggunakan 7 tingkat kecepatan seperti terlihat pada grafik 4.14 menunjukkan bahwa pada tingkat gigi pertama, berbeda dengan kondisi mobil standar, kecepatan maksimum yang mampu dicapai sebesar 11.942 km/jam serta traksi maksimum 59,468 kN pada 1700 rpm. Traksi maksimum pada tingkat gigi kedua sebesar 39,32 kN, tingkat gigi ketiga 25,99 kN, tingkat gigi keempat 17,185 kN, tingkat gigi ke lima sebesar 11,356 kN, tingkat gigi keenam sebesar 7,506 kN, sedangkan pada tingkat gigi ketujuh 4,201 kN. Kecepatan maksimum yang mampu dicapai berbeda seperti kondisi standar yaitu sebesar 116,3 km/jam dengan percepatan hasil perhitungan seperti grafik 4.14 berikut



Grafik 4.15 percepatan Panser ANOA APC 3 6x6 7 tingkat kecepatan hasil *redesign*

Jika dibandingkan dengan kondisi standar, distribusi traksi pada range kecepatan 0 sampai 116,3 km/jam jauh lebih merata. Serta nilai traksi pada tingkat gigi terakhir lebih tinggi jika dibandingkan kondisi standar. Selain itu, loses traksi antara tingkat gigi pertama menuju tingkat gigi kedua, begitu seterusnya, memiliki nilai yang lebih kecil dibandingkan hasil *redesign* dengan 5 dan 6 tingkat kecepatan. Hal ini dapat dilihat dari kecilnya gap antara grafik saat melakukan perpindahan tingkat kecepatan. Pada kecepatan 6,6 km/jam misalnya, nilai loses traksi dari gigi pertama menuju gigi ke dua sebesar 20,827 kN

Sedangkan pada tingkat gigi akhir, untuk semua hasil *redesign* nilai traksi nya sama. Serta, tingkat gigi akhir dapat bekerja optimal ditinjau dari besarnya traksi yang mampu dihasilkan tingkat gigi terakhir mampu melawan gaya hambat kendaraan pada kecepatan  $\pm 116,3$  km/jam.

#### 4.5 Hasil Dari Analisis

Berdasarkan data dan analisis yang telah dilakukan, diperoleh beberapa hasil analisis sebagai berikut,

1. Pada kondisi standar, Panser ANOA APC 3 6x6 mampu berjalan mencapai kecepatan maksimum sebesar 102,04 km/jam pada tingkat gigi kelima. Sedangkan, traksi yang dihasilkan oleh tingkat gigi pertama tidak mampu melewati jalanan dengan *gradeability* 40% dan 50%
2. Pada kondisi standar panser mampu menghasilkan traksi maksimum sebesar 847,975 kN pada 1700 rpm pada tingkat gigi pertama, sehingga percepatan maksimum yang dihasilkan sebesar 3,585 m/s<sup>2</sup>
3. Antara tingkat gigi pertama menuju tingkat gigi kedua, serta tingkat gigi kedua menuju tingkat gigi ketiga pada kondisi standar, masih terdapat loses traksi yang cukup besar dilihat dari celah yang ada pada grafik karakteristik traksi
4. Hasil *redesign* rasio transmisi pada tingkat gigi pertama ( pada 5,6 tingkat kecepatan) menghasilkan traksi kotor yang lebih tinggi dari kondisi standar yaitu sebesar 58,82 kN dan 59,468 kN pada 7 tingkat kecepatan
5. Hasil *redesign* rasio transmisi pada tingkat gigi terakhir (baik pada 5,6 maupun 7 tingkat kecepatan) menghasilkan gaya dorong yang mampu melawan gaya hambat angin sampai kecepatan 116,3 km/jam
6. Besarnya loses traksi pada tingkat gigi pertama menuju tingkat gigi kedua ditinjau pada kecepatan 6,6 km/jam mengalami kenaikan dari kondisi standar sebesar 18,82 kN, hasil *redesign* 5 tingkat sebesar 25,406 kN, hasil *redesign* 6 tingkat kecepatan sebesar 22,11 kN, kemudian pada hasil *redesign* 7 tingkat kecepatan sebesar 20,827 kN, Dari kondisi Standar memang setelah dilakukan *redesign* loses yang terjadi semakin besar tetapi setelah di lakukan penambahan jumlah gigi maka loses yang terjadi pun semakin kecil. Artinya loses traksi dapat di minimalisir dengan penambahan jumlah gigi.
7. Setelah dilakukan *redesign* transmisi terlihat bahwa kendaraan Panser ANOA APC 3 6x6 mampu melewati jalanan dengan *gradeability* 40 tetapi masih belum bias melewati jalanan dengan *gradeability* 50%

## BAB V

### KESIMPULAN DAN SARAN

#### 5.1 Kesimpulan

Berdasarkan data dan analisa yang telah dilakukan, diperoleh beberapa kesimpulan penelitian sebagai berikut,

1. Pada kondisi standar, gaya hambat Panser ANOA APC 3 6x6 pada kondisi jalan standar adalah 1,978 kN, pada kondisi jalan dengan *gradeability* 10% sebesar 14,944 kN, pada kondisi jalan dengan *gradeability* 20% sebesar 27,654 kN, pada kondisi jalan dengan *gradeability* 30% sebesar 39,5977 kN, pada kondisi jalan dengan *gradeability* 40% sebesar 50,598 kN dan pada kondisi jalan dengan *gradeability* 50% sebesar 60,524 kN.
2. Karakteristik traksi Panser ANOA APC 3 6x6 kondisi standar adalah gaya traksi terbesar 47975,8072 N pada 1700 rpm di tingkat gigi pertama dan percepatan terbesar  $3,858 \text{ m/s}^2$  pada tingkat gigi pertama
3. Karakteristik traksi Panser ANOA APC 3 6x6 setelah di lakukan *redesign* dengan menggunakan teori progresi geometri yaitu sebesar 58,82 kN pada 1700 rpm di tingkat gigi pertama untuk 5 dan 6 tingkat kecepatan sedangkan untuk 7 tingkat kecepatan sebesar 59,468 kN pada 1700 rpm di tingkat gigi pertama. Untuk percepatan dari 5, 6, dan 7 tingkat kecepatan adalah sama yaitu tertinggi pada tingkat gigi pertama yaitu  $4,4 \text{ m/s}^2$

## 5.2 Saran

1. Perlu dilakukan analisa lebih lanjut mengenai desain detail susunan planetary gear agar rasio hasil *redesign* dapat dipertimbangkan untuk dapat diproduksi
2. Perlu dilakukan tinjauan mengenai berat optimal sistem transmisi untuk kendaraan
3. Perlu dilakukan tinjauan volume transmisi yang sesuai ruang yang tersedia pada mobil

## DAFTAR PUSTAKA

- [1] Jazar, Reza N., “*Vehicle Dynamic Theory*”, Springer, Melbourne, 2009
- [2] Rizki, Mohamad Fikki., “Analisa Kinerja Sistem Transmisi pada Kendaraan Multiguna Pedesaan untuk Mode Pengaturan Kecepatan Maksimal Pada Putaran Maksimal Engine dan Daya Maksimal Engine”, Tugas Akhir 2013
- [3] Sutantra, I. Nyoman., Sampurno, Bambang., “Teknologi Otomotif Edisi Kedua, Institut Teknologi Sepuluh Nopember”, Guna Widya, Surabaya, 2010
- [4] Taborek, Jaroslav J. , “*Mechanics of Vehicles*”, Penton Publishing Co., Ohio, 1957.
- [5] Tenaya, I G N P, Atmika, I Ketut Adi., “Karakteristik Traksi dan Kinerja Transmisi pada Sistem *Gear Transmission* Dan *Gearless Transmission*”, Tugas Akhir 2004.
- [6] Bowers, Ben. (2013) Four Wheel Drive Vs All Wheel Drive. Accessed at <http://gearpatrol.com/2013/03/29/four-wheel-drive-vs-all-wheel-drive-everything-you-need-to-know/>
- [7] Dzulkornain, fitroh. (2015) Prinsip kerja 4WD. Accessed at <http://www.insinyoer.com/prinsip-kerja-4wd-four-wheel-drive/>
- [8] Nice, Karim. (2001) How Four Wheel Drive Work. Accessed at <http://auto.howstuffworks.com/four-wheel-drive.htm>
- [9] Yudha, Nico. (2016) Analisa Karakteristik Traksi Serta *Redesign* Rasio Transmisi Mobil Toyota Fortuner 4.0 V6 SR(AT 4x4). Accessed at <http://digilib.its.ac.id>

[10] ZF Friedrichshafen AG. *Transmission gear ratio ZF 6HP502S*. Accessed at <http://www.webcat.zf.com/>



## BIODATA PENULIS



**Muhamad Johan Putra Prasetya** dilahirkan di Bekasi, 11 juni 1993 dengan keadaan harus menempuh pendidikan formal.

Orang tua penulis merupakan orang tua yang sangat perhatian dan berdemokrasi sehingga penulis di bebaskan untuk bersekolah dimanapun. Riwayat pendidikan diawali di SDN

Banjarsari IV, Bandung pada tahun 1999-2005. Penulis melanjutkan pendidikannya di SMP Negeri 5 Bandung pada tahun 2008-2011. Kemudian melanjutkan pendidikannya di SMA Negeri 3 Bandung pada tahun 2008-2011. Selanjutnya penulis melanjutkan pendidikan jenjang S-1 Jurusan Teknik Mesin Institut Teknologi Sepuluh Nopember (ITS)

Penulis pernah aktif dalam organisasi pencinta alam di SMA Negeri 3 Bandung menjabat sebagai koordinator lapangan. Motto hidup penulis terkini “orang yang mempunyai masa lalu terburuk belum tentu mempunyai masa depan yang buruk”.

Untuk semua informasi dan masukan terkait tugas akhir ini dapat menghubungi penulis melalui email [mjohanputra11@gmail.com](mailto:mjohanputra11@gmail.com)

***“Halaman ini sengaja dikosongkan”***

## Lampiran 1 Tabel perhitungan karakteristik traksi rasio gigi standar

### Tingkat 1

It	Ig	Rpm	Vk [km/jam]	Csr	Ctr	Torsi Konverter	Torsi [Kg-m]	Torque [N-m]	Ft [N]	Ft [kN]	Rr	Ra	Ft Nett(kN)	a[Percepatan]
6.893	5.428	700	1.116647232	0.264	1.8	0.33	33.97889908	333.333	8574.309009	8.574309	0.12500041	0.0002056	8.449103	0.633128737
6.893	5.428	800	1.4550025182	0.301	1.75	0.48	34.9490316	342.85	12471.47484	12.47147	0.1250008	0.000349086	12.346125	0.925149865
6.893	5.428	1000	2.278008694	0.377	1.64	0.51	37.28948114	365.8	13249.27457	13.24927	0.12500245	0.000855662	13.1234165	0.983395763
6.893	5.428	1080	2.706963169	0.411	1.6	0.62	57.16106014	560.75	24088.80907	24.08881	0.12500377	0.001208248	23.9625971	1.795623608
6.893	5.428	1200	3.277432137	0.452	1.55	0.633	78.90927625	774.1	32890.22547	32.89023	0.12500608	0.001771164	32.7634482	2.455110395
6.893	5.428	1300	3.853448086	0.49056	1.5	0.712	81.54943935	800	36999.47951	36.99948	0.12500911	0.002448445	36.872022	2.762984036
6.893	5.428	1430	4.657349499	0.539	1.5	0.766	81.54943935	800	39805.61981	39.80562	0.12501463	0.003576589	39.6770286	2.973175616
6.893	5.428	1500	5.130051409	0.566	1.4	0.798	87.37410805	857.14	41468.37954	41.46838	0.12501863	0.004339451	41.3390215	3.097716108
6.893	5.428	1600	5.829768668	0.603	1.35	0.833	90.61039755	888.888	43287.26912	43.28727	0.12502564	0.005639347	43.1566395	3.233918286
6.893	5.428	1700	6.574200157	0.64	1.29	0.866	101.0907238	991.7	47975.8072	47.97581	0.12503463	0.007126516	47.8436461	3.58513646
6.893	5.428	1770	7.133671841	0.667	1.21	0.8988	98.98063201	971	45730.0882	45.73009	0.12504247	0.008391076	45.5966546	3.416759434
6.893	5.428	1900	8.220167181	0.716	1.208	0.901	95.09683996	932.9	43970.47866	43.97048	0.12506054	0.011141732	43.8342764	3.284696619
6.893	5.428	2000	9.112034776	0.754	1.2	0.923	92.5922528	908.33	43567.33351	43.56733	0.12507832	0.013690589	43.4285646	3.254294837
6.893	5.428	2110	10.14867979	0.796	1.17	0.9405	91.39449541	896.58	42723.62392	42.72362	0.12510254	0.016982847	42.5815385	3.19082342
6.893	5.428	2200	11.03353813	0.83	1.05	0.9405	96.63404689	967.6	41378.8421	41.37884	0.12512637	0.020073402	41.2336423	3.089819582
6.893	5.428	2300	12.04927622	0.867	1.03	0.9405	96.88888889	950.48	39872.49227	39.87249	0.12515749	0.023939403	39.7233954	2.976650084
6.893	5.428	2450	13.68633062	0.9245	1.01	0.9405	64.79102956	635.6	26145.58944	26.14559	0.12521655	0.030886269	25.9894866	1.947507427
6.893	5.428	2550	14.24495636	0.9245	1.01	0.9405	34.51681957	338.61	13928.82007	13.92882	0.12523933	0.033459052	13.7701217	1.031856252
6.893	5.428	2650	14.80358209	0.9245	1.01	0.9405	34.51681957	338.61	13928.82007	13.92882	0.12526349	0.036134748	13.7674218	1.03165394

## Tingkat 2

Tingkat Gigi 2		Torsi Konverter												
it	ig	Rpm	Vk (km/jam)	Csr	Ctr	Torsi Konverter	Torsi (kg-m)	Torque (N-m)	Ft (N)	Ft (kN)	Rr	Ra	Ft Nett (kN)	a (Percepatan)
4.247	5.428	700	1.812349747	0.254	1.8	0.33	33.97889908	333.333	5282.9088	5.282909	0.12500138	0.000541596	5.15736582	0.38646428
4.247	5.428	800	2.361546639	0.301	1.75	0.48	34.9490316	342.85	7684.076378	7.684079	0.12500268	0.000319569	7.55815633	0.566366154
4.247	5.428	1000	3.68727194	0.377	1.64	0.51	37.28848114	365.8	8163.306123	8.163306	0.12500821	0.002254001	8.03604391	0.602176389
4.247	5.428	1090	4.393477072	0.411	1.6	0.62	57.16106014	560.75	14841.89353	14.841089	0.12501264	0.003182791	14.7136981	1.102562615
4.247	5.428	1200	5.319364191	0.452	1.55	0.633	78.90927625	774.1	20264.73053	20.26473	0.12502039	0.004666636	20.1350445	1.508808131
4.247	5.428	1300	6.254254216	0.49056	1.5	0.712	81.54943935	800	22796.57471	22.79657	0.12503057	0.006449744	22.6650944	1.698395983
4.247	5.428	1430	7.55908735	0.539	1.5	0.766	81.54943935	800	24525.52841	24.52553	0.12504909	0.009421522	24.3810578	1.827730071
4.247	5.428	1500	8.32621718	0.566	1.4	0.798	87.37410805	857.14	25550.0084	25.55001	0.12506251	0.011431069	25.4135148	1.904947307
4.247	5.428	1600	9.461877898	0.603	1.35	0.833	90.61039755	888.888	26670.68503	26.67069	0.12508606	0.01476203	26.5308369	1.988073207
4.247	5.428	1700	10.67011106	0.64	1.29	0.866	101.0907238	991.7	29559.44483	29.55944	0.12511622	0.018772809	29.4155558	2.204237977
4.247	5.428	1770	11.57814928	0.667	1.21	0.8988	98.98063201	971	28175.78479	28.17578	0.12514254	0.022103939	28.0285383	2.103026308
4.247	5.428	1900	13.34156166	0.716	1.208	0.901	95.09683996	932.9	27091.63251	27.09163	0.12520317	0.029349772	26.9370796	2.018514767
4.247	5.428	2000	14.78908776	0.754	1.2	0.923	92.5925228	908.33	26843.24175	26.84324	0.12526285	0.036016402	26.6819149	1.999394146
4.247	5.428	2110	16.47159167	0.796	1.17	0.9405	91.39449541	896.58	26523.40502	26.52341	0.1253441	0.044736554	26.1533244	1.959704516
4.247	5.428	2200	17.90774154	0.83	1.05	0.9405	98.63404689	967.6	25494.84149	25.49484	0.12542408	0.052877757	25.3165396	1.897080528
4.247	5.428	2300	19.55631293	0.867	1.03	0.9405	96.88888889	950.48	24566.73069	24.56673	0.12552853	0.063061653	24.3781405	1.826762121
4.247	5.428	2450	22.21329808	0.9245	1.01	0.9405	64.79102956	635.6	16109.14237	16.10914	0.12572675	0.081361225	15.9020544	1.19161142
4.247	5.428	2550	23.1199633	0.9245	1.01	0.9405	34.51681957	338.61	8581.996062	8.581996	0.12580319	0.088138504	8.36805437	0.627055404
4.247	5.428	2650	24.02662853	0.9245	1.01	0.9405	34.51681957	338.61	8581.996062	8.581996	0.12589426	0.095186879	8.36802499	0.626521163

## Tingkat 3

Tingkat Gigi 3		Torsi Konverter												
It	Ig	Rpm	Vk [km/jam]	Csr	Ctr	Torsi Konverter	Torsi [Kg-m]	Torque [N-m]	Ft [N]	Ft [kN]	Rr	Ra	Ft Nett[kN]	a[Percepatan]
2.607	5.428	700	2.952454689	0.264	1.8	0.33	33.97889908	333.333	3242.887507	3.242888	0.12500468	0.001437335	3.11644549	0.233529074
2.607	5.428	800	3.847137928	0.301	1.75	0.48	34.9490316	342.85	4716.833731	4.716834	0.12500907	0.002440433	4.58938423	0.343802902
2.607	5.428	1000	6.023135377	0.377	1.64	0.51	37.28848114	365.8	5011.005195	5.011005	0.12502782	0.005981865	4.87999551	0.365679693
2.607	5.428	1090	7.157306147	0.411	1.6	0.62	57.16106014	560.75	9110.623132	9.110623	0.12504283	0.008446768	8.97713354	0.672696406
2.607	5.428	1200	8.665646229	0.452	1.55	0.633	78.90927625	774.1	12438.40487	12.4394	0.12506908	0.012382071	12.3019537	0.921839919
2.607	5.428	1300	10.18865273	0.49056	1.5	0.712	81.54943935	800	13993.56493	13.99356	0.12510355	0.017116892	13.8513445	1.037942637
2.607	5.428	1430	12.31419643	0.539	1.5	0.766	81.54943935	800	15054.87463	15.05487	0.12516629	0.025003658	14.9047047	1.116875585
2.607	5.428	1500	13.56403696	0.566	1.4	0.798	87.37410805	857.14	15683.74662	15.68375	0.12521175	0.030336769	15.5281581	1.163596711
2.607	5.428	1600	15.41411409	0.603	1.35	0.833	90.61039755	888.888	16371.66844	16.37167	0.12529151	0.039176761	16.2072002	1.244477346
2.607	5.428	1700	17.38241722	0.64	1.29	0.866	101.0907238	991.7	18144.91939	18.14492	0.12539366	0.049820919	17.9697048	1.34654963
2.607	5.428	1770	18.86168009	0.667	1.21	0.8988	98.98063201	971	17295.56651	17.29557	0.12548284	0.058661362	17.1114223	1.282234718
2.607	5.428	1900	21.73441211	0.716	1.208	0.901	95.09683996	932.9	16630.06497	16.63006	0.12568821	0.077889383	16.4264858	1.230909388
2.607	5.428	2000	24.09254151	0.754	1.2	0.923	92.592528	908.33	16477.59154	16.47759	0.12589034	0.095709847	16.2559913	1.218133484
2.607	5.428	2110	26.83346752	0.796	1.17	0.9405	91.39448541	896.58	16158.49232	16.15849	0.12616558	0.118725768	15.913601	1.192476656
2.607	5.428	2200	29.17306419	0.83	1.05	0.9405	98.63404689	967.6	15649.88268	15.64988	0.1264365	0.140331603	15.3831146	1.152724959
2.607	5.428	2300	31.85871155	0.867	1.03	0.9405	96.88888889	950.48	15080.16645	15.08017	0.12679028	0.167358513	14.7860177	1.10798184
2.607	5.428	2450	36.18714113	0.9245	1.01	0.9405	64.79102956	635.6	9888.517578	9.888518	0.1274617	0.215923514	9.54513236	0.715259075
2.607	5.428	2550	37.6641673	0.9245	1.01	0.9405	34.51681957	338.61	5268.015949	5.268016	0.12772064	0.233909646	4.90638566	0.367657225
2.607	5.428	2650	39.14119347	0.9245	1.01	0.9405	34.51681957	338.61	5268.015949	5.268016	0.12799526	0.252615223	4.88740546	0.366234954

## Tingkat 4

Tingkat Gigi 4		Torsi Konverter												
It	Ig	Rpm	Vk (km/jam)	Csr	Ctr	Torsi Konverter	Torsi (Kg-m)	Torque (N-m)	Pt (N)	Pt (kN)	Rr	Ra	Pt Nett(kN)	a(Percepatan)
1.564	5.428	700	4.921387068	0.264	1.8	0.33	33.97889908	333.333	1945.483721	1.945484	0.12501679	0.003993617	1.81647331	0.136116397
1.564	5.428	800	6.412716482	0.301	1.75	0.48	34.949316	342.85	2829.738379	2.829738	0.12503254	0.006780715	2.69793512	0.202167488
1.564	5.428	1000	10.03984266	0.377	1.64	0.51	37.28848114	365.8	3006.21869	3.006219	0.125099901	0.016620543	2.86449834	0.214649557
1.564	5.428	1090	11.93036901	0.411	1.6	0.62	57.16106014	560.75	5465.674944	5.465674	0.12515363	0.023468046	5.31705206	0.398480278
1.564	5.428	1200	14.44459061	0.452	1.55	0.633	78.93827625	774.1	7462.688616	7.462689	0.12524781	0.03440344	7.30303737	0.54724896
1.564	5.428	1300	16.98325937	0.49056	1.5	0.712	81.54943935	800	8395.065422	8.395065	0.12537145	0.04755908	8.22213489	0.616127011
1.564	5.428	1430	20.51628523	0.539	1.5	0.766	81.54943935	800	9331.769822	9.33177	0.12559652	0.069472369	8.83670093	0.662173168
1.564	5.428	1500	22.60961916	0.566	1.4	0.798	87.37410805	857.14	9409.04477	9.409045	0.12575596	0.084293596	9.198959482	0.689321455
1.564	5.428	1600	25.69347534	0.603	1.35	0.833	90.61039755	888.888	9821.745089	9.821745	0.1260457	0.108852172	9.58684722	0.718384555
1.564	5.428	1700	28.97440005	0.64	1.29	0.866	101.0907238	991.7	10885.55962	10.88556	0.12641217	0.138436837	10.6207206	0.755807671
1.564	5.428	1770	31.44015345	0.667	1.21	0.8988	98.98063201	971	10376.01305	10.37601	0.12673205	0.165289905	10.0862911	0.7558010497
1.564	5.428	1900	36.22865242	0.716	1.208	0.901	95.09683996	932.9	9976.763183	9.976763	0.127468077	0.216419182	9.632837523	0.721834038
1.564	5.428	2000	40.15937066	0.754	1.2	0.923	92.5922528	908.33	9885.290818	9.885291	0.12819387	0.265808686	9.49116826	0.711215306
1.564	5.428	2110	44.72816484	0.796	1.17	0.9405	91.39449541	896.58	9693.855768	9.693856	0.12918122	0.329878151	9.2347954	0.692004226
1.564	5.428	2200	48.62799126	0.83	1.05	0.9405	98.63404689	967.6	9388.729016	9.388729	0.13015307	0.388998711	8.868665623	0.664650847
1.564	5.428	2300	53.10464259	0.867	1.03	0.9405	96.88888889	950.48	9046.942971	9.046943	0.13140216	0.465003662	8.45051715	0.633234706
1.564	5.428	2450	60.31961441	0.9245	1.01	0.9405	64.79102956	635.6	5932.351934	5.932352	0.133880073	0.599940948	5.199580026	0.389552661
1.564	5.428	2550	62.78163949	0.9245	1.01	0.9405	34.51681957	338.61	3160.405425	3.160405	0.134735959	0.649915204	2.37573063	0.178024026
1.564	5.428	2650	65.24366456	0.9245	1.01	0.9405	34.51681957	338.61	3160.405425	3.160405	0.13574474	0.700188943	2.32277226	0.17485562

## Tingkat 5

Tingkat Gigi 5					Torsi Konverter									
It	Ig	Rpm	Vk (km/jam)	Csr	Ctr	Torsi Konverter	Torsi (Kg-m)	Torque (N-m)	Ft (N)	Ft (kN)	Rr	Ra	Ft Nett(kN)	a(Percepatan)
1	5.428	700	7.697049374	0.264	1.8	0.33	33.97889908	333.333	1242.915423	1.243915	0.12505136	0.009768771	1.10909529	0.083109426
1	5.428	800	10.02948058	0.301	1.75	0.48	34.949316	342.85	1809.295639	1.809296	0.12509955	0.016586279	1.66760981	0.124961394
1	5.428	1000	15.70231393	0.377	1.64	0.51	37.28948114	365.8	1922.134712	1.922135	0.12530532	0.040655443	1.75617395	0.131597898
1	5.428	1090	18.65909713	0.411	1.6	0.62	57.16106014	560.75	3494.677074	3.494677	0.12546998	0.05740803	3.31179907	0.248167783
1	5.428	1200	22.59133972	0.452	1.55	0.633	78.90927625	774.1	4771.540036	4.77154	0.12575806	0.084154116	4.56162786	0.341822994
1	5.428	1300	26.56181766	0.49056	1.5	0.712	81.54943935	800	5367.688889	5.367689	0.1261363	0.116334084	5.1252185	0.384055339
1	5.428	1430	32.1031101	0.539	1.5	0.766	81.54943935	800	5774.788889	5.774789	0.12682481	0.1169936085	5.47802799	0.410492918
1	5.428	1500	35.36144436	0.566	1.4	0.798	87.37410805	857.14	6016.01328	6.016013	0.12732367	0.206182301	5.68250731	0.425815459
1	5.428	1600	40.18459543	0.603	1.35	0.833	90.61039755	888.888	6279.888165	6.279888	0.12819889	0.266365286	5.88542642	0.441021088
1	5.428	1700	45.31596168	0.64	1.29	0.866	101.0907238	991.7	6960.076484	6.960076	0.12931994	0.338605332	6.49215121	0.486485666
1	5.428	1770	49.1724	0.667	1.21	0.8988	98.98063201	971	6634.279442	6.634279	0.13029851	0.398688954	6.10529198	0.457496589
1	5.428	1900	56.66161238	0.716	1.208	0.901	95.09683996	932.9	6379.004593	6.379005	0.13252218	0.529382096	5.71707032	0.428405419
1	5.428	2000	62.8092571	0.754	1.2	0.923	92.5925228	908.33	6320.518426	6.320518	0.13477033	0.650487096	5.535261	0.414781641
1	5.428	2110	69.95484982	0.796	1.17	0.9405	91.39449541	896.58	6198.117499	6.198117	0.13779071	0.806913625	5.25341317	0.3939661594
1	5.428	2200	76.05417833	0.83	1.05	0.9405	98.63404689	967.6	6003.023661	6.003024	0.14076368	0.953756584	4.90850339	0.367815916
1	5.428	2300	83.05566102	0.867	1.03	0.9405	96.88888889	950.48	5784.490391	5.78449	0.14464595	1.137443595	4.50240084	0.337384851
1	5.428	2450	94.33987693	0.9245	1.01	0.9405	64.79102956	635.6	3793.063896	3.793064	0.15201396	1.467513152	2.17353678	0.162872745
1	5.428	2550	98.19048416	0.9245	1.01	0.9405	34.51681957	338.61	2020.719581	2.02072	0.15485544	1.589754981	0.27610916	0.020690083
1	5.428	2650	102.0410914	0.9245	1.01	0.9405	34.51681957	338.61	2020.719581	2.02072	0.15786891	1.716886483	0.145964	0.01083773

## Lampiran 2 Tabel perhitungan karakteristik traksi 5 tingkat kecepatan hasil *redesign*

Tingkat gigi 1		Torsi Konverter														
it	ig	Rpm	Vk (km/jam)	Vk (m/s)	Csr	Ctr	Effisiensi Torsi Konverter	Torsi [kg-m]	Torque [N-m]	Ft (N)	Ft (kN)	fr	Rt (kN)	Ra (kN)	Ft Nett (kN)	Percepatan (m/s <sup>2</sup> )
8.460	5.428	700	0.908016711	0.251726864	0.264	1.8	0.33	33.97889908	333.333	10539.52448	10.5395	0.01	0.13345	0.000136	10.38993798	0.776564105
8.460	5.428	800	1.055108744	0.293910762	0.301	1.75	0.48	34.9480316	342.85	15306.64111	15.30664	0.01	0.13345	0.000132	15.1739594	1.13697106
8.460	5.428	1000	1.266065495	0.35573743	0.377	1.64	0.51	37.28848114	365.8	16361.23667	16.26126	0.01	0.13345	0.000568	16.12749456	1.20485660
8.460	5.428	1090	1.285567036	0.61265751	0.411	1.6	0.61	57.16106104	560.75	29564.96805	29.56497	0.01	0.13345	0.000802	29.43071584	2.205379866
8.460	5.428	1200	2.670371125	0.741769757	0.452	1.55	0.63	78.93877625	774.1	40367.2287	40.36729	0.01	0.13345	0.001176	40.23360704	3.014807749
8.460	5.428	1300	3.138694758	0.87137433	0.48056	1.5	0.712	81.54943935	800	45401.648	45.41065	0.01	0.13345	0.001629	45.2757294	3.382699914
8.460	5.428	1450	3.79493865	1.054081629	0.539	1.5	0.766	81.54943935	800	48854.714	48.85471	0.01	0.13345	0.002374	48.71888927	3.650722913
8.460	5.428	1500	4.179893759	1.1610666	0.566	1.4	0.798	87.3741085	857.14	50895.47235	50.89547	0.01	0.13345	0.003081	50.75914108	3.888607424
8.460	5.428	1600	4.749952179	1.319431161	0.603	1.35	0.833	90.61039755	888.888	52127.85807	53.12785	0.01	0.13345	0.00372	52.99668297	3.97036675
8.460	5.428	1700	5.356486653	1.487915737	0.64	1.29	0.865	101.1807738	991.7	58882.24795	58.88225	0.01	0.13345	0.004731	58.74465315	4.401953177
8.460	5.428	1770	5.812340426	1.614539007	0.667	1.21	0.8988	98.9086301	971	56126.00408	56.126	0.01	0.13345	0.00557	55.96688249	4.19552753
8.460	5.428	1900	6.697591116	1.860441699	0.716	1.208	0.9101	95.09803996	932.9	53966.37889	53.96638	0.01	0.13345	0.007397	53.82550794	4.038385593
8.460	5.428	2000	7.424361904	2.062294973	0.754	1.2	0.923	92.5922518	908.33	53471.33688	53.47159	0.01	0.13345	0.008089	53.3294522	3.936181733
8.460	5.428	2110	8.368884777	2.296915216	0.794	1.17	0.9485	91.3944541	896.58	52436.07404	52.43607	0.01	0.13345	0.011274	52.29124716	3.918422417
8.460	5.428	2200	8.989855595	2.49728211	0.83	1.05	0.9485	98.63404689	967.6	50785.58017	50.78558	0.01	0.13345	0.013326	50.63880389	3.794589807
8.460	5.428	2300	9.817454021	2.727070561	0.867	1.03	0.9485	96.88888889	950.48	48836.78871	48.83679	0.01	0.13345	0.015893	48.70474222	3.65365929
8.460	5.428	2450	11.15128569	3.097579358	0.9245	1.01	0.9485	64.79102956	625.6	32089.32056	32.08932	0.01	0.13345	0.020504	31.9536888	2.939358134
8.460	5.428	2550	11.60640121	3.214011169	0.9245	1.01	0.9485	34.51682957	338.61	17895.28768	17.89529	0.01	0.13345	0.022212	16.93961954	1.693898076
8.460	5.428	2650	12.06159473	3.359442979	0.9245	1.01	0.9485	34.51682957	338.61	17895.28768	17.89529	0.010001	0.133457	0.022988	16.93784243	1.268227608



Tingkat Gigi 2		Torsi Konverter														
It	ig	Rpm	Vk (km/jam)	Vd(m/s)	Csr	Cr	Effisiensi Torsi Konverter	Torsi (kg-m)	Torque (N-m)	Pt (N)	Pt (kN)	fr	Rr(N)	Ra(N)	Pt Nett(N)	Percapatan (m/s²)
4.540	5.482	700	1.67868598	0.466201408	0.264	1.8	0.33	33.97889908	333.333	5568.898938	5.568899	0.01	0.13345	0.000465	4.43484135	0.407267451
4.540	5.482	800	2.183777513	0.607650485	0.301	1.75	0.48	34.9495216	342.05	8100.055838	8.100556	0.01	0.13345	0.000789	7.965816812	0.596913961
4.540	5.482	1000	3.424590019	0.951275058	0.377	1.64	0.51	37.20848114	365.8	8605.226245	8.605226	0.01	0.13345	0.001594	8.46894264	0.634682822
4.540	5.482	1090	4.06944072	1.130401402	0.411	1.6	0.62	57.16108014	560.75	15945.3388	15.94538	0.01	0.13345	0.002731	15.50917771	1.16217429
4.540	5.482	1200	4.92704988	1.368614911	0.452	1.55	0.63	78.90827625	774.1	21361.76094	21.36176	0.01	0.13345	0.004003	21.2243073	1.59043142
4.540	5.482	1300	5.78288561	1.60916767	0.49056	1.5	0.712	81.5494935	800	24030.66629	24.03067	0.01	0.13345	0.005533	23.89168074	1.79030909
4.540	5.482	1490	7.001515637	1.94485465	0.539	1.5	0.766	81.5494935	800	25953.21683	25.95322	0.01	0.13345	0.008083	25.71168201	1.926690297
4.540	5.482	1500	7.712240815	2.142186137	0.566	1.4	0.788	87.37410805	857.14	26933.15699	26.93316	0.01	0.13345	0.009807	26.78898764	2.007485773
4.540	5.482	1680	8.76404412	2.4344567	0.618	1.35	0.833	90.51039755	888.888	28114.50141	28.1145	0.01	0.13345	0.012365	27.96838346	2.085794939
4.540	5.482	1700	9.883616149	2.745214305	0.64	1.29	0.866	101.0907238	991.7	31139.64409	31.15964	0.01	0.13345	0.016106	31.01004007	2.323723048
4.540	5.482	1770	10.72423595	2.978854432	0.667	1.21	0.8988	98.5806201	971	29701.07969	29.70108	0.01	0.13345	0.018964	29.54866882	2.214212136
4.540	5.482	1900	12.35759289	3.42664682	0.716	1.208	0.901	95.09608996	932.9	28538.28866	28.53824	0.010001	0.133457	0.02518	28.39959537	2.128107859
4.540	5.482	2000	13.69838083	3.805100232	0.754	1.2	0.923	92.5922528	908.33	28296.39948	28.2964	0.010001	0.133459	0.030941	28.13189947	2.10805412
4.540	5.482	2110	15.26677647	4.237993465	0.796	1.17	0.9405	91.39449541	896.58	27748.4214	27.74842	0.010001	0.133462	0.038381	27.57657801	2.06643522
4.540	5.482	2200	16.5870072	4.607520015	0.83	1.05	0.9405	98.63404689	967.6	26875.00363	26.875	0.010001	0.133465	0.045366	26.69617274	2.000463551
4.540	5.482	2300	18.11399293	5.031664703	0.867	1.03	0.9405	96.88888889	950.48	25896.64959	25.89665	0.010001	0.133469	0.054103	25.70970784	1.926495155
4.540	5.482	2450	20.576101973	5.715283258	0.9145	1.01	0.9405	64.79102956	635.6	16981.20019	16.98122	0.010002	0.133476	0.069893	16.77793139	1.257244765
4.540	5.482	2550	21.41401645	5.948560125	0.9145	1.01	0.9405	34.51682957	338.61	9045.582047	9.045582	0.010002	0.133479	0.075617	8.837486138	0.662222007
4.540	5.482	2650	22.25461318	6.181083993	0.9145	1.01	0.9405	34.51682957	338.61	9045.582047	9.045582	0.010002	0.133482	0.081654	8.831456189	0.681778538

Tingkat Gigi 3		Torsi Konverter														
It	ig	Rpm	Vk (km/jam)	Vs (m/s)	Csr	Ctr	Effisiensi Torsi Konverter	Torsi (kg-m)	Torque (N-m)	Ft (N)	Ft (kN)	fr	Rft (kN)	Raj (kN)	Ft Netto (kN)	Percepatan (m/s <sup>2</sup> )
2.442	5.482	700	3.12088981	0.868915803	0.264	1.8	0.33	33.97889908	333.333	2490.025422	2.490025	0.01	0.13345	0.000606	2.384669171	0.176468278
2.442	5.482	800	4.066623222	1.129817562	0.301	1.75	0.48	34.949316	342.85	3621.763325	3.621763	0.01	0.13345	0.000727	3.485668055	0.26119195
2.442	5.482	1000	6.366764762	1.768545767	0.377	1.64	0.51	37.20940214	365.8	3847.666548	3.847663	0.01	0.13345	0.006604	3.707552375	0.277821302
2.442	5.482	1080	7.565941765	2.101567157	0.411	1.6	0.62	57.16106014	560.75	6895.519628	6.89552	0.01	0.13345	0.008438	6.653629427	0.513497886
2.442	5.482	1200	9.160026361	2.544454175	0.452	1.55	0.653	78.90927625	774.1	9551.498355	9.551498	0.01	0.13345	0.013835	9.404209603	0.70469108
2.442	5.482	1300	10.76932145	2.991647626	0.49056	1.5	0.712	81.54949335	800	10744.84772	10.74485	0.01	0.13345	0.019126	10.59226885	0.753725504
2.442	5.482	1400	13.016374078	3.635761329	0.538	1.5	0.766	81.54949335	800	11559.76594	11.55977	0.0100001	0.133458	0.027758	11.38636961	0.854138257
2.442	5.482	1500	14.33788669	3.982746303	0.566	1.4	0.798	87.3741085	857.14	12042.6405	12.04264	0.0100001	0.133463	0.033897	11.87538271	0.888867569
2.442	5.482	1600	16.29351364	4.525978011	0.603	1.35	0.833	91.61039755	888.888	12570.85561	12.57086	0.0100001	0.133465	0.043774	12.35831661	0.938708625
2.442	5.482	1700	18.37411157	5.10391988	0.64	1.29	0.866	101.0907238	991.7	13852.43227	13.85243	0.0100001	0.13347	0.055668	12.74329483	1.025945997
2.442	5.482	1770	19.97776873	5.538036991	0.667	1.21	0.8988	98.98662001	971	13800.2634	13.28035	0.0100002	0.133474	0.065546	13.08124358	0.980235562
2.442	5.482	1800	22.47479465	6.381776291	0.716	1.208	0.901	95.0866396	932.9	12769.36394	12.76936	0.0100003	0.133484	0.0807832	12.34874689	0.94633323
2.442	5.482	2000	25.46759365	7.074933068	0.754	1.2	0.923	91.5923238	908.33	12652.18788	12.65219	0.0100003	0.133494	0.106942	12.41175124	0.93067534
2.442	5.482	2110	28.36465591	7.87898867	0.786	1.17	0.9405	91.35449541	886.58	12407.17002	12.40717	0.0100004	0.133508	0.133659	12.14100266	0.908779345
2.442	5.482	2200	30.83743357	8.565953768	0.83	1.05	0.9405	98.63404089	967.61	12016.63815	12.01664	0.0100005	0.133522	0.156801	11.76315386	0.878704823
2.442	5.482	2300	33.67630136	9.352928554	0.867	1.03	0.9405	96.88888889	950.48	11579.18676	11.57919	0.0100007	0.133539	0.186299	11.75864739	0.846660251
2.442	5.482	2450	38.25167468	10.62546519	0.9245	1.01	0.9405	64.79102956	635.61	7592.819701	7.59282	0.0100009	0.133573	0.241254	7.217983045	0.548075462
2.442	5.482	2550	39.81286752	11.05915765	0.9245	1.01	0.9405	34.51691957	338.61	4045.004215	4.045004	0.010001	0.133586	0.261361	3.630057488	0.275515002
2.442	5.482	2650	41.37436937	11.4938501	0.9245	1.01	0.9405	34.51691957	338.61	4045.004215	4.045004	0.0100011	0.133599	0.282252	3.629143171	0.271947794

Tingkat Gigi 4		Torsi Konverter														
It	ig	Rpm	V <sub>k</sub> (km/jam)	V <sub>m</sub> (m/s)	Cor	Cr	Effisiensi Torsi Konverter	Torsi Konverter								
								Torsi (kg-m)	Torque (N-m)	P <sub>t</sub> (N)	P <sub>t</sub> (kW)	fr	R <sub>t</sub> (N)	R <sub>al</sub> (N)	P <sub>t</sub> (Nett) (N)	Persentase (m/s <sup>2</sup> )
1.331	5.482	700	5.72939036	1.59569338	0.264	1.8	0.33	33.97089908	333.333	1357.176001	1.357176	0.01	0.133451	0.005404	1.21823887	0.09129403
1.331	5.482	800	7.461007316	2.072512477	0.301	1.75	0.48	34.9493816	342.85	1974.035656	1.974035	0.01	0.133451	0.009179	1.83404012	0.13725212
1.331	5.482	1000	11.68117171	3.24476692	0.377	1.64	0.53	37.28848114	365.8	2097.148317	2.097148	0.01	0.133456	0.002249	1.941192938	0.145462191
1.331	5.482	1050	13.88076423	3.855767842	0.411	1.6	0.62	57.16166014	580.75	3812.873311	3.812873	0.000001	0.13346	0.03077	3.64764533	0.273340195
1.331	5.482	1200	16.80801488	4.66837412	0.452	1.55	0.638	78.98927625	774.1	5305.966787	5.205997	0.000001	0.133468	0.046572	5.02595918	0.376617424
1.331	5.482	1300	19.75970885	5.48880804	0.49058	1.5	0.712	81.54948395	800	5856.426007	5.856426	0.000002	0.133474	0.06438	5.668572336	0.424021899
1.331	5.482	1400	23.82195416	6.633876357	0.538	1.5	0.768	81.54948395	800	6300.593148	6.300593	0.000003	0.133488	0.094044	6.073861328	0.455386403
1.331	5.482	1500	26.31687476	7.307187432	0.566	1.4	0.798	87.37410805	857.14	6563.781427	6.563781	0.000004	0.133488	0.114813	6.316380319	0.473299387
1.331	5.482	1600	29.89388453	8.303856813	0.603	1.35	0.833	90.61028755	888.888	6851.682564	6.851685	0.000005	0.133516	0.147352	6.570814252	0.492380234
1.331	5.482	1700	33.7111799	9.364216569	0.64	1.29	0.866	101.0907238	991.7	7593.883176	7.593883	0.000007	0.13354	0.187387	7.277876722	0.544988888
1.331	5.482	1770	36.58003849	10.1611218	0.667	1.21	0.888	98.9803201	971	7238.341765	7.238342	0.000008	0.13356	0.220638	6.88414427	0.515839443
1.331	5.482	1900	42.15136869	11.70871252	0.718	1.208	0.901	95.04888996	932.5	6895.82371	6.895824	0.000012	0.133607	0.292854	6.533253869	0.488565395
1.331	5.482	2000	46.72466884	12.97937668	0.754	1.2	0.923	93.5922528	908.33	6886.012279	6.886012	0.000015	0.133632	0.339885	6.402374883	0.479738333
1.331	5.482	2110	52.04038459	14.45568216	0.798	1.17	0.9405	91.38448541	886.58	6762.466542	6.762465	0.00002	0.133719	0.446553	6.182198947	0.462359569
1.331	5.482	2200	56.57777868	15.71894741	0.83	1.05	0.9405	98.62404689	967.6	6548.620801	6.548628	0.000024	0.133777	0.527807	5.888815795	0.441215121
1.331	5.482	2300	61.78827191	17.16385331	0.867	1.03	0.9405	96.88888889	950.48	6511.177889	6.511178	0.00003	0.133857	0.62947	5.54386387	0.415725018
1.331	5.482	2450	70.1807935	19.49465514	0.9245	1.01	0.9405	64.79102956	635.6	4138.438761	4.138435	0.000043	0.13401	0.812134	3.192285384	0.239212086
1.331	5.482	2550	73.04527935	20.2935535	0.9245	1.01	0.9405	34.51681957	338.61	2204.789594	2.20471	0.000046	0.134069	0.875783	1.190857321	0.089326233
1.331	5.482	2650	75.91980011	21.08635556	0.9245	1.01	0.9405	34.51681957	338.61	2204.789594	2.20471	0.000051	0.134131	0.950139	1.120429476	0.089595496

Tingkat Gigi 5		Torsi Konverter																			
It	ig	Rpm	Vd (km/jam)	Vd(m/s)	Cr	Effisiensi Torsi Konverter	Torsi (kg-m)	Torque (N-m)	Pt (N)	Pt (Nm)	fr	Re(N)	Re(N)	Pt Netto(N)	Pemecatan (m/s <sup>2</sup> )						
0.707	5.402	700	10.7796498	2.9945416	0.264	1.8	33.97889908	333.333	720.904659	0.720904	0.01	0.133455	0.02916	0.56828671	0.04238489						
0.707	5.402	800	14.04624915	3.901734208	0.301	1.75	34.9498316	342.85	1048.567081	1.048567	0.010001	0.13346	0.032532	0.882574974	0.066135255						
0.707	5.402	1000	21.9910036	6.10862212	0.377	1.64	37.28848114	365.6	1113.962329	1.113962	0.010002	0.133481	0.079741	0.907040594	0.167495485						
0.707	5.402	1090	26.13156208	7.28878256	0.411	1.6	57.16106014	560.75	2025.320384	2.02532	0.010004	0.133487	0.112559	1.779213789	0.133325125						
0.707	5.402	1200	31.6804603	8.78862889	0.452	1.55	63.78.9827625	774.1	2765.31911	2.765219	0.010006	0.133526	0.165059	2.466734118	0.18494321						
0.707	5.402	1300	37.19967837	10.33524599	0.4955	1.5	71.01.5494955	800	3110.813815	3.110814	0.010009	0.133565	0.228176	2.748075408	0.20600155						
0.707	5.402	1400	44.96022771	12.48895214	0.539	1.5	76.01.5494955	800	3346.746523	3.346746	0.010014	0.133634	0.33331	2.873802386	0.21579657						
0.707	5.402	1500	49.52350679	13.75622866	0.566	1.4	79.87.37412805	857.14	3486.546559	3.486547	0.010018	0.133694	0.404493	2.948459572	0.22094144						
0.707	5.402	1600	56.27838312	15.6286139	0.603	1.35	83.90.61089755	888.888	3639.473759	3.639474	0.010024	0.133772	0.522244	2.983457404	0.22356693						
0.707	5.402	1700	63.4647531	17.62939808	0.64	1.29	86.66.0907238	991.7	4033.673062	4.033673	0.010033	0.133885	0.664135	3.235652391	0.242461775						
0.707	5.402	1770	68.86567359	19.12953378	0.667	1.21	88.8888.98065201	971	3844.855225	3.844859	0.010004	0.133894	0.781982	2.920892841	0.219474923						
0.707	5.402	1900	79.35427401	22.04038589	0.716	1.208	91.95.09683996	932.9	3696.916126	3.696916	0.010057	0.134211	1.038322	2.534938395	0.189165214						
0.707	5.402	2000	87.96401441	24.43448945	0.754	1.2	92.59225238	908.39	3663.020797	3.663021	0.010074	0.134435	1.275955	2.252733074	0.168807059						
0.707	5.402	2110	97.97127394	27.21427204	0.796	1.17	94.05.91.39449541	896.58	3582.084031	3.582084	0.010097	0.134739	1.503668	1.874676883	0.140477856						
0.707	5.402	2200	106.5124551	29.58707087	0.83	1.05	94.05.96.63404089	957.6	3479.019498	3.479018	0.010119	0.135039	1.878084	1.47229631	0.110400623						
0.707	5.402	2300	116.3189938	32.10831333	0.867	1.03	94.05.96.88888889	950.48	3352.368774	3.352369	0.010148	0.13549	2.230954	0.98597445	0.073883486						
0.707	5.402	2450	132.1224746	36.7006874	0.9245	1.01	94.05.64.79102956	625.6	2198.248783	2.198249	0.010204	0.136172	2.878359	-0.816281445	-0.061167597						
0.707	5.402	2550	137.5152287	38.1967464	0.9245	1.01	94.05.34.51681957	338.61	1171.096634	1.171097	0.010225	0.136459	1.118121	-2.0824832	-0.159224631						
0.707	5.402	2650	142.9079808	39.69666188	0.9245	1.01	94.05.34.51681957	338.61	1171.096634	1.171097	0.010248	0.136762	3.367475	-2.333146688	-0.174832573						

### Lampiran 3 Tabel perhitungan karakteristik traksi 6 tingkat kecepatan hasil *redesign*

Tingkat gigi 1		Torsi Konverter																			
it	ig	Rpm	Vk (km/jam)	Vkm/s	Csr	Ctr	Effisiensi Torsi Konverter	Torsi (Kg-m)	Torque (N-m)	Pt (N)	Pt (kN)	fr	Rr(kN)	Ra(kN)	Pt Net(kN)	Percepatan (m/s <sup>2</sup> )					
0.400	5.402	700	0.900854655	0.250237398	0.264	1.8	0.33	33.97089908	333.333	10626.21607	10.62022	0.01	0.13345	0.000134	10.49463305	0.70404957					
0.400	5.402	800	1.173940807	0.326066913	0.301	1.75	0.48	34.9493216	342.05	15458.21793	15.45802	0.01	0.13345	0.000227	15.32534071	1.14888214					
0.400	5.402	1000	1.837782452	0.510495126	0.377	1.64	0.51	37.20848114	365.8	16403.03344	16.42303	0.01	0.13345	0.000557	16.28920547	1.220608952					
0.400	5.402	1090	2.103941276	0.606625777	0.411	1.6	0.62	57.16160014	560.75	29859.09264	29.85909	0.01	0.13345	0.000769	29.72485516	2.227445224					
0.400	5.402	1200	2.644066849	0.734463014	0.452	1.55	0.63	70.90827625	774.1	40768.81867	40.76802	0.01	0.13345	0.001153	40.63421577	3.044901893					
0.400	5.402	1300	3.108767440	0.8625546513	0.49056	1.5	0.712	81.54843935	800	45862.412	45.86241	0.01	0.13345	0.001594	45.72736021	3.426554381					
0.400	5.402	1400	3.757314538	1.046698483	0.539	1.5	0.766	81.54843935	800	49340.741	49.34074	0.01	0.13345	0.002328	49.20496202	3.687145559					
0.400	5.402	1500	4.138666594	1.149629007	0.566	1.4	0.789	87.37410805	857.14	51401.80169	51.4018	0.01	0.13345	0.002824	51.26555688	3.841553157					
0.400	5.402	1600	4.703162157	1.30634921	0.603	1.35	0.833	90.61039755	888.888	53656.29104	53.65639	0.01	0.13345	0.003647	53.51929389	4.010437909					
0.400	5.402	1700	5.303732913	1.473239143	0.64	1.29	0.866	101.0907238	991.7	59468.03212	59.46803	0.01	0.13345	0.004638	59.32994298	4.44683556					
0.400	5.402	1770	5.755086494	1.59865512	0.667	1.21	0.888	98.98063201	971	56684.3689	56.68437	0.01	0.13345	0.005461	56.54545653	4.237201688					
0.400	5.402	1900	6.631616803	1.842115568	0.716	1.208	0.901	95.06683996	932.9	54953.25802	54.95336	0.01	0.13345	0.007252	54.80255575	4.073637257					
0.400	5.402	2000	7.35112391	2.041390503	0.754	1.2	0.919	92.5922528	908.39	54003.54344	54.00354	0.01	0.13345	0.00891	53.86118101	4.036657026					
0.400	5.402	2110	8.167442694	2.274289637	0.796	1.17	0.9405	91.39449541	896.58	52957.7299	52.95773	0.01	0.13345	0.011053	52.81332441	3.957586969					
0.400	5.402	2200	8.901301746	2.472563803	0.83	1.05	0.9405	90.63404689	907.6	51290.01673	51.29002	0.01	0.13345	0.013065	51.14429636	3.831468566					
0.400	5.402	2300	9.72074798	2.700207772	0.867	1.03	0.9405	96.88888889	950.48	49403.63222	49.40363	0.01	0.13345	0.015381	49.274959739	3.692363586					
0.400	5.402	2450	11.04144005	3.067066902	0.9245	1.01	0.9405	64.79102956	625.6	32408.55846	32.40856	0.01	0.13345	0.020102	32.2550008	2.4170101076					
0.400	5.402	2550	11.4921119	3.19253306	0.9245	1.01	0.9405	34.51681957	338.61	17065.35869	17.06536	0.01	0.13345	0.021777	17.11027596	1.28237577					
0.400	5.402	2650	11.94278296	3.31743971	0.9245	1.01	0.9405	34.51681957	338.61	17065.35869	17.06536	0.010001	0.133457	0.023519	17.10838369	1.282007035					

Tingkat Gigi 2		Torsi Konverter														
ik	ig	Rpm	Vk (km/jam)	Vk(m/s)	Chr	Efisiensi Torsi Konverter										
						Chr	Torsi (kg-m)	Torque (N-m)	Pt (N)	Pt (kN)	fr	Rr(kN)	Ra(kN)	Pt Nett(kN)	Percetakan (m/s <sup>2</sup> )	
S.149	S.482	700	1.48013931	0.41119425	0.264	1.8	0.33	33.57089808	333.333	6365.916265	6.315916	0.01	0.13345	0.000361	6.18210555	0.46323538
S.149	S.482	800	1.538664577	0.53574016	0.301	1.75	0.48	34.9489216	342.85	9186.616179	9.186616	0.01	0.13345	0.000613	9.032541754	0.678940079
S.149	S.482	1000	3.103545455	0.836763626	0.377	1.64	0.51	37.20848114	365.8	9759.539747	9.75954	0.01	0.13345	0.001303	9.624586137	0.721212039
S.149	S.482	1050	3.588133073	0.996703651	0.411	1.6	0.62	57.16168014	560.75	17744.04239	17.74404	0.01	0.13345	0.002129	17.60849816	1.319480642
S.149	S.482	1200	4.349300941	1.206750161	0.451	1.55	0.63	78.91971625	774.1	24227.24814	24.22725	0.01	0.13345	0.003112	24.09698667	1.85210556
S.149	S.482	1300	5.107821443	1.40839379	0.4956	1.5	0.712	81.54943935	800	27254.16316	27.25416	0.01	0.13345	0.004302	27.11640043	2.019532824
S.149	S.482	1450	6.173408622	1.714855728	0.539	1.5	0.766	81.54943935	800	29321.19239	29.32119	0.01	0.13345	0.006284	29.18145703	2.166695918
S.149	S.482	1500	6.799994327	1.888884535	0.569	1.4	0.798	87.37410085	857.14	30545.99670	30.546	0.01	0.13345	0.007624	30.404930071	2.278375475
S.149	S.482	1600	7.727473355	2.146520376	0.603	1.35	0.833	90.61039735	888.888	31885.80780	31.88581	0.01	0.13345	0.008946	31.74293948	2.37886693
S.149	S.482	1700	8.714231976	2.420619993	0.64	1.29	0.860	101.0907238	991.7	35239.42094	35.23943	0.01	0.13345	0.012321	35.1094546	2.637201543
S.149	S.482	1770	9.455822729	2.626617425	0.667	1.21	0.8980	98.58062201	971	33885.21129	33.68521	0.01	0.13345	0.014743	33.53701442	2.513077139
S.149	S.482	1900	10.89599373	3.006664926	0.716	1.208	0.910	95.06682996	932.9	32388.06542	32.38807	0.01	0.13345	0.019576	32.23603516	2.415588898
S.149	S.482	2000	12.07818182	3.359361516	0.754	1.2	0.921	92.5427528	908.33	32082.10593	32.08211	0.010001	0.13345	0.024954	32.04949465	2.393000729
S.149	S.482	2110	13.4522754	3.736748121	0.796	1.17	0.9405	91.29449541	896.58	31470.62154	31.47062	0.010001	0.13345	0.029839	31.30732363	2.345986536
S.149	S.482	2200	14.62517242	4.062547083	0.83	1.05	0.9405	90.63404689	967.6	30480.04266	30.48004	0.010001	0.13346	0.035369	30.313131254	2.271361
S.149	S.482	2300	15.97155329	4.436542582	0.867	1.03	0.9405	96.88888889	950.48	29170.45126	29.57045	0.010001	0.13346	0.042062	29.3942384	2.187765194
S.149	S.482	2450	18.14435018	5.039365883	0.9145	1.01	0.9405	64.75102956	635.6	19259.08607	19.25909	0.010001	0.13346	0.054267	19.0713489	1.429100772
S.149	S.482	2550	18.88197061	5.244991837	0.9145	1.01	0.9405	34.51680397	338.61	10260.19933	10.2601	0.010002	0.13347	0.058788	10.06760467	0.754427926
S.149	S.482	2650	19.62244005	5.456677792	0.9145	1.01	0.9405	34.51680397	338.61	10260.19933	10.2601	0.010002	0.13347	0.063489	10.06313735	0.754075485

Tingkat Gigi 3		Torsi Konverter														
It	Ig	Rpm	Vh (km/jam)	Vh(m/s)	Csr	Ctr	Effisiensi Torsi Konverter	Torsi (kg-m)	Torque (N-m)	Pt (N)	Pt (kN)	fr	Rr(kN)	Ra(kN)	Pt Netto(kN)	Pertepatan (m/s <sup>2</sup> )
3.080	5.482	700	2.46657792	0.685369331	0.264	1.8	0.33	33.97889908	333.333	3150.565335	3.150565	0.01	0.13345	0.00003	3.016112021	0.226010642
3.080	5.482	800	3.224024826	0.897784674	0.301	1.75	0.48	34.9493216	342.85	4582.549598	4.58255	0.01	0.13345	0.000703	4.447396652	0.333263099
3.080	5.482	1000	5.03192425	1.397756736	0.377	1.64	0.51	37.28848214	365.8	4868.346258	4.868346	0.01	0.133451	0.004175	4.730720457	0.354498552
3.080	5.482	1090	5.979447599	1.660857666	0.411	1.6	0.62	57.16306014	560.75	8851.251657	8.851252	0.01	0.133451	0.003895	8.711919367	0.653822661
3.080	5.482	1200	7.239564226	2.010990063	0.452	1.55	0.633	78.93877825	774.1	12085.26589	12.08527	0.01	0.133452	0.008542	11.94317194	0.894954821
3.080	5.482	1300	8.511933655	2.364426015	0.49168	1.5	0.712	81.54843385	800	13395.18837	13.39518	0.01	0.133453	0.011947	13.44978081	1.00785169
3.080	5.482	1430	10.287680237	2.857689548	0.539	1.5	0.766	81.54843385	800	14626.27551	14.62628	0.01	0.133455	0.017451	14.47538966	1.084709609
3.080	5.482	1500	11.33184002	3.147733359	0.566	1.4	0.798	87.37410805	857.14	15237.24407	15.23724	0.01	0.133456	0.021173	15.08261472	1.132007173
3.080	5.482	1600	12.87745485	3.57707082	0.603	1.35	0.833	90.61039755	888.888	15905.58136	15.90558	0.000001	0.133458	0.027343	15.74477995	1.179826148
3.080	5.482	1700	14.52183975	4.033844374	0.64	1.29	0.866	101.0907238	991.7	17638.3494	17.63835	0.000001	0.133461	0.034772	17.4601161	1.308363889
3.080	5.482	1770	15.75763432	4.377128973	0.667	1.21	0.8988	98.98062001	970	16803.17685	16.80318	0.000001	0.133463	0.040943	16.62877891	1.246267588
3.080	5.482	1900	18.15763859	5.043788488	0.716	1.208	0.901	95.09683896	932.9	16156.62156	16.15662	0.000001	0.133469	0.054364	15.96878666	1.196612114
3.080	5.482	2000	20.127897	5.591026944	0.754	1.2	0.923	92.33272328	908.33	16008.40891	16.00849	0.000002	0.133475	0.0668	15.80821377	1.184579528
3.080	5.482	2110	22.41753622	6.227808949	0.796	1.17	0.9405	91.35449541	886.58	15698.47417	15.69847	0.000002	0.133482	0.082864	15.4821175	1.160140436
3.080	5.482	2200	24.17213178	6.700816605	0.83	1.05	0.9405	98.63404889	967.6	15204.34421	15.20434	0.000003	0.13349	0.097944	14.97291029	1.121986533
3.080	5.482	2300	26.61580841	7.393280391	0.867	1.03	0.9405	96.88888889	950.48	14650.84729	14.65085	0.000004	0.1335	0.116808	14.4005402	1.079396308
3.080	5.482	2450	30.23192102	8.397753859	0.9245	1.01	0.9405	64.79102956	635.6	9607.000128	9.607	0.000005	0.133518	0.150703	9.322778605	0.6985597123
3.080	5.482	2550	31.46687698	8.7406521383	0.9245	1.01	0.9405	34.51681957	338.61	5118.04014	5.11804	0.000006	0.133523	0.163257	4.821258053	0.361278236
3.080	5.482	2650	32.69983294	9.08326928	0.9245	1.01	0.9405	34.51681957	338.61	5118.04014	5.11804	0.000006	0.133533	0.176212	4.808194942	0.3602299358

Tingkat Gigi 4		Torsi Konverter														
it	ig	Rpm	V <sub>h</sub> (m/jam)	V <sub>h</sub> (m/s)	Csr	Ctr	Effisiensi Torsi Konverter	Torsi (kg-m)	Torque (N-m)	F <sub>t</sub> (N)	F <sub>t</sub> (N)	f <sub>r</sub>	R <sub>t</sub> (N)	R <sub>a</sub> (N)	F <sub>t</sub> Net(N)	Penercapatan (m/s <sup>2</sup> )
1.853	5.482	700	4.11294305	1.142076196	0.354	1.8	0.33	33.97889008	333.333	1088.441094	1.088442	0.01	0.133451	0.002789	1.75302158	0.13375309
1.853	5.482	800	5.395251974	1.48881104	0.301	1.75	0.48	34.949316	342.85	2748.224612	2.748225	0.01	0.133451	0.004736	2.61038784	0.195581704
1.853	5.482	1000	8.38053231	2.33070088	0.377	1.64	0.51	37.28940214	365.8	2919.62121	2.919621	0.01	0.133453	0.011658	2.77456121	0.207910088
1.853	5.482	1080	9.970470786	2.769577441	0.411	1.6	0.62	57.16160194	560.75	5308.230086	5.30823	0.01	0.133454	0.016592	5.153884949	0.386540588
1.853	5.482	1200	12.07167056	3.353243822	0.452	1.55	0.658	78.90827625	774.1	7247.71754	7.247718	0.010001	0.133457	0.024028	7.090232213	0.531302526
1.853	5.482	1300	14.19329337	3.942581491	0.48058	1.5	0.712	81.54943935	800	8153.236207	8.153236	0.010001	0.133461	0.033217	7.986559113	0.598468274
1.853	5.482	1400	17.15428008	4.763077801	0.539	1.5	0.768	81.54943935	800	8771.599627	8.7716	0.010001	0.133467	0.048522	8.538811349	0.643657651
1.853	5.482	1500	18.88536829	5.248713682	0.566	1.4	0.798	87.3741005	857.14	9138.006749	9.138007	0.010002	0.133471	0.058871	8.945664591	0.670338298
1.853	5.482	1600	21.47261754	5.964615984	0.603	1.35	0.833	91.61039755	888.888	9538.818776	9.538819	0.010002	0.133479	0.076026	9.329313914	0.699868943
1.853	5.482	1700	24.21456041	6.726266781	0.64	1.29	0.866	101.0917238	991.7	10571.58894	10.57199	0.010003	0.133488	0.096602	10.348181853	0.774958264
1.853	5.482	1770	26.27546021	7.286279503	0.667	1.21	0.8988	98.98063201	971	10077.12043	10.07712	0.010004	0.133498	0.113887	9.829705011	0.736888936
1.853	5.482	1900	30.27770233	8.41036368	0.716	1.208	0.901	95.09688296	932.9	9688.371402	9.688371	0.010005	0.133518	0.151154	9.404688832	0.704753769
1.853	5.482	2000	33.56209233	9.32280359	0.754	1.2	0.923	92.5927528	908.33	9800.533999	9.600534	0.010007	0.133539	0.185733	9.281262296	0.695486122
1.853	5.482	2110	37.3803374	10.38342705	0.795	1.17	0.9405	91.39449541	886.58	9414.61345	9.414613	0.010009	0.133566	0.230388	9.050650009	0.678026321
1.853	5.482	2200	40.6395104	11.28875388	0.83	1.05	0.9405	98.62404689	967.6	9118.276204	9.118276	0.010011	0.133593	0.272326	8.71257846	0.652865559
1.853	5.482	2300	44.38074901	12.32789584	0.867	1.03	0.9405	96.88888889	950.48	8786.335697	8.786336	0.010013	0.133628	0.324774	8.327594122	0.624049016
1.853	5.482	2450	50.41046388	14.0028663	0.9245	1.01	0.9405	64.79102956	635.6	5761.462825	5.761464	0.010018	0.133695	0.413810	5.288751033	0.398314802
1.853	5.482	2550	52.46883383	14.57445584	0.9245	1.01	0.9405	34.51681957	338.61	3089.366425	3.089366	0.01002	0.133721	0.453922	2.481724533	0.185666591
1.853	5.482	2650	54.52560379	15.1400105	0.9245	1.01	0.9405	34.51681957	338.61	3089.366425	3.089366	0.010022	0.133748	0.490222	2.445397067	0.182344441



Tingkat Gigi 5		Torsi Konverter															
It	Ig	Rpm	Vt(km/jam)	Vt(m/s)	Cr		Cr	Effisiensi Torsi Konverter	Torsi (kg-m)	Torque (N-m)	Fr (N)	Fr (N)	fr	Rr(N)	Ra(N)	Fr Net(N)	Percepatan (m/s <sup>2</sup> )
1.112	5.482	700	6.831775787	1.932721052	0.264		1.8	0.38	33.97088908	333.333	1124.17497	1.134175	0.01	0.133452	0.007744	0.99282292	0.07480554
1.112	5.482	800	8.93807148	2.48019856	0.301		1.75	0.48	34.9489316	342.85	1649.676208	1.649676	0.01	0.133453	0.013143	1.503079727	0.112632445
1.112	5.482	1000	13.97791921	3.882753338	0.377		1.64	0.51	37.28848114	365.8	1752.580535	1.752561	0.000001	0.133465	0.032216	1.586884267	0.118912272
1.112	5.482	1090	16.6099470	4.613887438	0.411		1.6	0.62	57.16106014	560.75	3186.370386	3.18637	0.000001	0.133465	0.045492	3.00743367	0.225358832
1.112	5.482	1200	20.11040686	5.586224127	0.452		1.55	0.633	78.9397625	774.1	4350.586204	4.350586	0.000002	0.133475	0.066686	4.15045387	0.311003804
1.112	5.482	1300	23.64485535	6.580015376	0.49358		1.5	0.712	81.5494395	800	4884.141734	4.884142	0.000003	0.133487	0.092286	4.668488914	0.349023967
1.112	5.482	1430	28.57763485	7.938236346	0.538		1.5	0.766	81.5494395	800	5265.326641	5.265327	0.000004	0.133509	0.124661	4.997553938	0.374455044
1.112	5.482	1500	31.47812577	8.743833816	0.566		1.4	0.798	87.37410805	857.14	5485.268783	5.48527	0.000006	0.133525	0.162384	5.188386507	0.38878685
1.112	5.482	1600	35.77160865	9.9365796	0.603		1.35	0.833	90.61039755	888.888	5725.865151	5.725865	0.000008	0.133554	0.210899	5.381338176	0.403240023
1.112	5.482	1700	40.33945918	11.2054533	0.64		1.29	0.866	101.0397238	991.7	6346.046035	6.346046	0.000011	0.133559	0.268319	5.594126743	0.445420513
1.112	5.482	1770	43.77739165	12.15899768	0.667		1.21	0.8988	98.9806201	971	6048.991394	6.048991	0.000013	0.133622	0.315991	5.599486521	0.419590753
1.112	5.482	1900	50.43915465	14.01087629	0.713		1.208	0.901	95.08603986	932.9	5816.23735	5.816237	0.000018	0.133685	0.415495	5.263047011	0.39438244
1.112	5.482	2000	55.91616768	15.53101235	0.754		1.2	0.923	92.5923208	908.33	5762.910388	5.762911	0.000024	0.133767	0.515462	5.113682662	0.383190863
1.112	5.482	2110	62.2725704	17.2979351	0.798		1.17	0.9405	91.39449541	896.58	5651.38044	5.651388	0.000031	0.133865	0.638418	4.878825353	0.365532061
1.112	5.482	2200	67.70207028	18.80613063	0.83		1.05	0.9405	98.63404689	967.6	5473.426132	5.473426	0.000038	0.133962	0.75578	4.583684624	0.343475805
1.112	5.482	2300	73.99466593	20.53740385	0.867		1.03	0.9405	96.88888889	950.48	5274.172259	5.274172	0.000048	0.134088	0.901338	4.238746696	0.317628708
1.112	5.482	2450	83.97967236	23.2786877	0.9145		1.01	0.9405	64.79102956	635.6	3458.432987	3.458433	0.000066	0.134327	1.162883	2.161221345	0.16194528
1.112	5.482	2550	87.40741409	24.27880725	0.9145		1.01	0.9405	34.51680357	338.61	1842.44807	1.842448	0.000073	0.134419	1.25976	0.44826861	0.03590754
1.112	5.482	2650	90.85155382	25.23198773	0.9145		1.01	0.9405	34.51680357	338.61	1842.44807	1.842448	0.00008	0.134517	1.360502	0.347428705	0.028384373

Tingkat Gigi 6		Torsi Konverter														
it	ig	Rpm	Vk (m/jam)	Vk(m/s)	Cor	Efisiensi Torsi Konverter										
						Clr	Torsi (Kg-m)	Torque (N-m)	Ft (N)	Ft (N)	fr	Pr(N)	Ra(N)	Ft Net(N)	Percepatan (m/s²)	
0.707	5.482	700	10.77567498	2.9445416	0.264	1.8	0.33	33.97089908	333.333	750.9408395	0.750942	0.01	0.133455	0.09316	0.598365345	0.04483545
0.707	5.482	800	14.0464915	3.90173408	0.301	1.75	0.48	34.9493316	342.85	1092.257376	1.092257	0.010001	0.13346	0.093532	0.91655369	0.06949162
0.707	5.482	1000	21.991038	6.10861212	0.377	1.64	0.51	37.28948114	365.8	1161.377436	1.169377	0.010002	0.133482	0.093741	0.947155691	0.070974574
0.707	5.482	1050	26.13196208	7.25807856	0.411	1.6	0.61	57.16106014	560.75	2109.708733	2.109708	0.010004	0.133497	0.112599	1.863612138	0.139640718
0.707	5.482	1200	31.63904603	8.78862389	0.452	1.55	0.63	78.99217625	774.1	2880.540739	2.880541	0.010006	0.133526	0.163059	2.581955747	0.193477888
0.707	5.482	1300	37.19967637	10.33324939	0.4856	1.5	0.712	81.54948955	800	3240.431057	3.240431	0.010009	0.133565	0.228176	2.876868651	0.215713185
0.707	5.482	1450	44.96022771	12.4885214	0.539	1.5	0.766	81.54948955	800	3486.194086	3.486194	0.010014	0.133634	0.33331	3.019259105	0.226245796
0.707	5.482	1500	49.52356679	13.75632966	0.566	1.4	0.798	87.37410805	857.14	3631.819331	3.631819	0.010018	0.133694	0.404403	3.093782346	0.231827077
0.707	5.482	1600	56.27883912	15.62386198	0.609	1.35	0.833	90.61039755	888.888	3791.118499	3.791118	0.010024	0.133772	0.512244	3.153102224	0.234872106
0.707	5.482	1700	62.4647531	17.62909803	0.64	1.29	0.866	101.0907238	991.7	4201.742773	4.201743	0.010039	0.133885	0.664135	3.403722102	0.253555984
0.707	5.482	1770	68.86567559	19.12955378	0.667	1.21	0.888	98.98053201	971	4005.061692	4.005612	0.01004	0.133984	0.781992	3.089855309	0.231479604
0.707	5.482	1900	79.35427402	22.04285389	0.716	1.208	0.910	95.06882896	932.4	3850.954298	3.85094	0.010057	0.134211	1.038322	2.678421267	0.200705977
0.707	5.482	2000	87.96401441	24.43448495	0.754	1.2	0.923	92.5922528	908.33	3815.646664	3.815647	0.010074	0.134211	1.038322	2.678421267	0.200705977
0.707	5.482	2110	97.97137934	27.21427204	0.786	1.17	0.9405	91.38449541	886.58	3741.754199	3.741754	0.010097	0.134739	1.582668	2.024347151	0.151669305
0.707	5.482	2200	106.5134551	29.58707087	0.83	1.05	0.9405	98.62404689	967.6	3623.977602	3.623978	0.010119	0.135039	1.870694	1.618255414	0.121026351
0.707	5.482	2300	116.3188928	32.31083133	0.867	1.03	0.9405	96.88888889	950.48	3492.153086	3.492051	0.010148	0.13543	2.23094	1.125696483	0.08459143
0.707	5.482	2450	132.1224746	36.708074	0.9245	1.01	0.9405	64.79102956	635.6	2289.842482	2.289842	0.010204	0.136172	2.878558	-0.774687744	-0.054304865
0.707	5.482	2550	137.5152287	38.19871464	0.9245	1.01	0.9405	34.51681957	338.61	1219.882327	1.219893	0.010225	0.136459	3.118021	-0.034807907	-0.02468153
0.707	5.482	2650	142.9179028	39.69666188	0.9245	1.01	0.9405	34.51681957	338.61	1219.882327	1.219893	0.010248	0.136763	3.367475	-2.284344995	-0.177176096

## Lampiran 4 Tabel perhitungan karakteristik traksi 7 tingkat kecepatan hasil *redesign*

Tingkat gigi 1		Torsi Konverter														
It	Ig	Rpm	V <sub>k</sub> (km/jam)	V <sub>k</sub> (m/s)	Csr	Ctr	Effisiensi Torsi	Torsi (kg-m)	Torque (N-m)	Pt (N)	Pt (kN)	fr	Rt(kN)	Ra(kN)	Pt Nett(kN)	Percepatan (m/s <sup>2</sup> )
							Konverter									
8.482	5.482	700	0.910054635	0.25023798	0.264	1.8	0.33	33.97089908	333.333	10628.21607	10.62822	0.01000	0.133450	0.00013	10.494623	0.786409337
8.482	5.482	800	1.173840887	0.326066913	0.301	1.75	0.48	34.9498316	342.85	15458.91793	15.45893	0.01000	0.133450	0.00023	15.325241	1.148388214
8.482	5.482	1000	1.837702452	0.510495126	0.377	1.64	0.51	37.28848114	365.8	16423.03344	16.42303	0.01000	0.133450	0.00056	16.2894026	1.228608952
8.482	5.482	1090	2.183841276	0.60662577	0.411	1.6	0.62	57.16106014	560.75	28659.09364	28.65909	0.01000	0.133450	0.00079	28.740656	2.227445224
8.482	5.482	1200	2.644066849	0.734463014	0.452	1.55	0.623	78.90827625	774.1	40768.81867	40.76882	0.01000	0.133450	0.00115	40.594216	3.044901869
8.482	5.482	1300	3.108767448	0.863544513	0.49856	1.5	0.712	81.54849335	800	45862.412	45.86241	0.01000	0.133450	0.00159	45.727388	3.426554381
8.482	5.482	1490	3.757314538	1.043588483	0.539	1.5	0.766	81.54849335	800	49340.741	49.34074	0.01000	0.133450	0.00233	49.204963	3.687145599
8.482	5.482	1500	4.138666534	1.149629607	0.556	1.4	0.798	87.37410805	857.14	51401.80166	51.4018	0.01000	0.133450	0.00282	51.265527	3.841555157
8.482	5.482	1600	4.709163157	1.30649421	0.603	1.35	0.833	91.61039735	888.888	53656.39104	53.65639	0.01000	0.133451	0.00365	53.519394	4.010437919
8.482	5.482	1700	5.303732913	1.473259143	0.64	1.29	0.866	101.0897238	991.7	59468.03212	59.46803	0.01000	0.133451	0.00464	59.239943	4.44505356
8.482	5.482	1770	5.755086434	1.59865512	0.667	1.21	0.8988	98.98062001	971	56684.3689	56.68437	0.01000	0.133451	0.00546	56.545457	4.237201688
8.482	5.482	1900	6.621616043	1.842115568	0.716	1.208	0.9101	95.18662896	932.9	54503.25882	54.50326	0.01000	0.133452	0.00725	54.362556	4.072627257
8.482	5.482	2000	7.351122981	2.041580533	0.754	1.2	0.923	92.5822528	908.33	54003.54344	54.00354	0.01000	0.133452	0.00891	53.861181	4.0386157026
8.482	5.482	2110	8.1874443594	2.274286327	0.796	1.17	0.9405	91.39448541	886.58	52957.7299	52.95779	0.01000	0.133453	0.01105	52.818324	3.957528969
8.482	5.482	2200	8.918201746	2.47358818	0.83	1.05	0.9405	98.63404889	967.6	51290.81623	51.29082	0.01000	0.133453	0.01386	51.144298	3.821468866
8.482	5.482	2300	9.72074798	2.70020772	0.867	1.03	0.9405	96.88888889	950.48	49423.6222	49.42363	0.01000	0.133454	0.01558	49.749397	3.682363886
8.482	5.482	2450	11.04144005	3.067066802	0.9245	1.01	0.9405	64.710102956	635.6	32408.53846	32.40856	0.01000	0.133455	0.02101	32.255011	2.417010176
8.482	5.482	2550	11.4921119	3.192353016	0.9245	1.01	0.9405	34.51681957	338.61	17265.53869	17.26536	0.01000	0.133456	0.02278	17.110126	1.282137377
8.482	5.482	2650	11.94278296	3.31743971	0.9245	1.01	0.9405	34.51681957	338.61	17265.53869	17.26536	0.01000	0.133457	0.02352	17.108384	1.282007035

Tingkat Gg 2		Torsi Konverter														
It	Ig	Rpm	V(kW/jam)	V(km/s)	Scr	Efisiensi Torsi										
						Clr	Konverter	Torsi (Kg-m)	Torque (N-m)	Ft (N)	Ft (kN)	fr	Rt(kN)	Ra(kN)	Ft Nett(kN)	Pemcepatan (m/s <sup>2</sup> )
S594	5.482	700	1.36244384	0.37845218	0.264	1.8	0.33	33.57088908	333.333	7027.437284	7.027437	0.00000	0.133450	0.00031	6.893881	0.516574007
S594	5.482	800	1.775303713	0.49113992	0.301	1.75	0.48	34.9490316	342.85	10221.54425	10.22152	0.00000	0.133450	0.00052	10.087555	0.755985171
S594	5.482	1000	2.779441444	0.77201608	0.377	1.64	0.51	37.28848114	365.8	10859.00089	10.859	0.00000	0.133450	0.00127	10.724278	0.803617752
S594	5.482	1090	3.302816803	0.91744914	0.411	1.6	0.61	57.16105014	560.75	19748.00145	19.748	0.00000	0.133450	0.00180	19.607752	1.463295803
S594	5.482	1200	3.998056887	1.110759574	0.452	1.55	0.63	78.93827625	774.1	26596.57422	26.59657	0.00000	0.133450	0.00264	26.820487	2.039771975
S594	5.482	1300	4.701648019	1.316018002	0.49059	1.5	0.71	81.54949395	800	30324.40709	30.32449	0.00000	0.133451	0.00364	30.187391	2.262079389
S594	5.482	1430	5.6825011	1.578477808	0.539	1.5	0.76	81.54949395	800	32624.37719	32.62438	0.00000	0.133451	0.00532	32.486502	2.454290178
S594	5.482	1500	6.293272641	1.738886945	0.566	1.4	0.78	87.37410805	857.14	33887.1629	33.98716	0.00000	0.133451	0.00645	33.84725	2.536324576
S594	5.482	1600	7.113010888	1.978363538	0.603	1.35	0.83	90.61039755	888.888	35477.91072	35.47791	0.00000	0.133452	0.00834	35.336116	2.647889121
S594	5.482	1700	8.021305811	2.228148519	0.64	1.29	0.86	101.0307238	991.7	39320.60024	39.3206	0.00000	0.133452	0.01061	39.176539	2.935671682
S594	5.482	1770	8.703927782	2.417757717	0.667	1.21	0.8988	98.9806201	971	37480.02638	37.48003	0.00000	0.133453	0.01249	37.324082	2.797608212
S594	5.482	1900	10.02958127	2.789394798	0.716	1.208	0.901	95.06803996	932.9	36037.86387	36.03786	0.00000	0.133454	0.01659	35.887823	2.688323965
S594	5.482	2000	11.11776577	3.088268271	0.754	1.2	0.923	92.5822528	908.33	35707.44933	35.70745	0.00000	0.133456	0.02038	35.553613	2.664189786
S594	5.482	2110	12.38259594	3.439609995	0.794	1.17	0.9405	91.39449541	896.58	35015.95148	35.01595	0.00000	0.133457	0.02528	34.857212	2.612005392
S594	5.482	2200	13.46222882	3.739597866	0.83	1.05	0.9405	98.63404688	967.6	33913.77871	33.91378	0.00000	0.133459	0.02988	33.759437	2.529668089
S594	5.482	2300	14.70154956	4.083763766	0.867	1.03	0.9405	96.88888889	950.48	32679.18604	32.67919	0.00000	0.133461	0.03564	32.510086	2.438124074
S594	5.482	2450	16.69895915	4.638593734	0.9145	1.01	0.9405	64.79102956	635.6	21428.72273	21.42872	0.00000	0.133465	0.04598	21.249277	1.592380255
S594	5.482	2550	17.38054026	4.827927873	0.9145	1.01	0.9405	34.51682197	338.61	11415.95312	11.41595	0.00000	0.133467	0.04881	11.23676	0.841714191
S594	5.482	2650	18.06213018	5.017536384	0.9145	1.01	0.9405	34.51682197	338.61	11415.95312	11.41595	0.00000	0.133469	0.05379	11.228891	0.841415577

Tingkat Gigi 3		Torsi Konverter														
It	ig	Rpm	Vk (km/jam)	Vk(m/s)	Cor	Cor	Efisiensi Torsi Konverter	Torsi (Kg-m)	Torque (N-m)	Pt(N)	Pt (kN)	fr	Rr(kN)	Ra(kN)	Pt (Nett)(N)	Pemecatan (m/s <sup>2</sup> )
3.698	5.482	700	2.0610494	0.57551289	0.264	1.8	0.33	33.97889908	333.333	4645.132792	4.645134	0.010000	0.133450	0.00770	4.530893	0.38079644
3.698	5.482	800	2.685786347	0.7463568	0.301	1.75	0.48	34.9493316	342.85	6756.424238	6.756424	0.010000	0.133450	0.00119	6.621785	0.496296673
3.698	5.482	1000	4.204953835	1.16802945	0.377	1.64	0.51	37.28848114	365.6	7177.791404	7.177792	0.010000	0.133450	0.00292	7.041431	0.527645671
3.698	5.482	1080	4.996699714	1.38797243	0.411	1.6	0.62	57.16208204	560.75	13050.11762	13.05012	0.010000	0.133450	0.00412	12.912550	0.96759461
3.698	5.482	1200	6.049710763	1.680475212	0.452	1.55	0.63	78.94927625	774.1	17818.26688	17.818268	0.010000	0.133450	0.00603	17.678801	1.324752921
3.698	5.482	1300	7.112593814	1.975022448	0.49036	1.5	0.712	81.54943935	800	20044.47617	20.04448	0.010000	0.133450	0.00834	19.902682	1.491296172
3.698	5.482	1400	8.598857804	2.388016001	0.539	1.5	0.768	81.54943935	800	21564.70329	21.5647	0.010000	0.133450	0.01219	21.419064	1.695035408
3.698	5.482	1500	9.465403462	2.63038895	0.566	1.4	0.798	87.37402885	857.14	22465.50374	22.4655	0.010000	0.133454	0.01479	22.217264	1.672321546
3.698	5.482	1600	10.76289894	2.989163872	0.603	1.35	0.823	90.61028755	888.888	23450.88757	23.45089	0.010000	0.133455	0.01909	23.286338	1.745847788
3.698	5.482	1700	12.13511383	3.37864732	0.64	1.29	0.866	101.0807238	991.7	25989.91411	25.9899	0.010000	0.133457	0.02428	25.833165	1.951933389
3.698	5.482	1770	13.16782454	3.657729538	0.667	1.21	0.8988	98.98623201	971	24774.28534	24.77429	0.010000	0.133458	0.02859	24.622236	1.944303968
3.698	5.482	1900	15.17355273	4.24402003	0.716	1.08	0.901	95.09682996	932.9	23821.01649	23.82102	0.010000	0.133462	0.03796	23.649592	1.772168741
3.698	5.482	2000	16.82963538	4.672117661	0.754	1.2	0.923	92.5922528	908.33	23682.61251	23.68261	0.010000	0.133466	0.04665	23.422500	1.755351074
3.698	5.482	2110	18.7331346	5.203648501	0.796	1.17	0.9405	91.38449541	896.58	23145.52166	23.14553	0.010000	0.133470	0.05786	22.954198	1.720059762
3.698	5.482	2200	20.3646728	5.65752022	0.83	1.05	0.9405	98.65404689	967.6	22416.59681	22.417	0.010000	0.133473	0.06839	22.21527	1.664677905
3.698	5.482	2300	22.24138886	6.178163016	0.867	1.03	0.9405	96.88888889	950.48	21680.93145	21.68093	0.010000	0.133482	0.08157	21.365883	1.60253888
3.698	5.482	2450	25.2631075	7.017548611	0.9145	1.01	0.9405	64.79102956	625.6	14064.37883	14.16438	0.010000	0.133494	0.10524	13.935649	1.045310373
3.698	5.482	2550	26.294325	7.303979167	0.9245	1.01	0.9405	34.51682197	338.61	7545.941341	7.545941	0.010000	0.133498	0.11400	7.288440	0.546504453
3.698	5.482	2650	27.325475	7.590489722	0.9245	1.01	0.9405	34.51682197	338.61	7545.941341	7.545941	0.010000	0.133503	0.12317	7.288919	0.546220371

Tingkat Gigi 4		Torsi Konverter														
it	ig	Rpm	Vk (m/jam)	Vk(m/s)	Cor			Efisiensi Torsi								Percepatan (m/s <sup>2</sup> )
						Cor	Konverter	Torsi (kg-m)	Torque (N-m)	Ft (N)	Ft (N)	fr	Rt(N)	Ra(N)	Ft Netto(N)	
2.445	5.482	700	3.11732265	0.86592935	0.264	1.8	0.33	33.9788908	333.33	3071.378795	3.071379	0.010000	0.133450	0.00160	2.996326	0.220319395
2.445	5.482	800	4.01619657	1.12832804	0.301	1.75	0.48	34.9483916	342.85	4467.374461	4.467371	0.010000	0.133450	0.00272	4.331200	0.324550454
2.445	5.482	1000	6.35947282	1.76652073	0.377	1.64	0.51	37.28948114	365.0	4745.584807	4.745587	0.010000	0.133451	0.00667	4.605865	0.345137873
2.445	5.482	1090	7.556576927	2.099160257	0.411	1.6	0.61	57.16106014	560.75	8628.78365	8.628784	0.010000	0.133452	0.00942	8.485915	0.655887228
2.445	5.482	1200	9.149544153	2.54140043	0.452	1.55	0.63	78.90277625	774.1	11781.51394	11.78151	0.010000	0.133453	0.01380	11.654257	0.872086442
2.445	5.482	1300	10.75759678	2.988221328	0.49056	1.5	0.712	81.54949395	800	13353.47812	13.25348	0.010000	0.133455	0.01908	13.100941	0.981711581
2.445	5.482	1450	13.00188387	3.61620204	0.539	1.5	0.768	81.54949395	800	14258.65764	14.25866	0.010000	0.133458	0.02787	14.097325	1.05637038
2.445	5.482	1500	14.32146588	3.978108912	0.566	1.4	0.798	87.37410805	857.14	14854.27016	14.85427	0.010000	0.133461	0.03382	14.686991	1.100561266
2.445	5.482	1600	16.27485387	4.520739465	0.603	1.35	0.832	90.61028755	888.888	15535.88931	15.53581	0.010000	0.133464	0.04367	15.328671	1.148645227
2.445	5.482	1700	18.35967362	5.098074422	0.64	1.29	0.864	101.0807238	991.7	17385.27718	17.38538	0.010000	0.133470	0.05554	16.996367	1.27365638
2.445	5.482	1770	19.91495424	5.531926178	0.667	1.21	0.888	98.98063201	971	16580.84457	16.58045	0.010000	0.133474	0.06540	16.181575	1.212597101
2.445	5.482	1900	22.94880823	6.374467219	0.716	1.208	0.901	95.06622896	922.9	15750.55895	15.75054	0.010000	0.133484	0.08683	15.520223	1.163748426
2.445	5.482	2000	25.43789195	7.066801092	0.754	1.2	0.921	92.5822528	908.33	15606.13838	15.60613	0.010000	0.133494	0.10670	15.365959	1.151457898
2.445	5.482	2110	28.33387385	7.86964959	0.796	1.17	0.9405	91.38448541	896.58	15313.90751	15.31391	0.010000	0.133508	0.13236	15.038044	1.12686729
2.445	5.482	2200	30.80211583	8.556142085	0.83	1.05	0.9405	98.63404689	967.6	14832.18711	14.83222	0.01001	0.133521	0.15644	14.532234	1.08864704
2.445	5.482	2300	33.63773229	9.348104526	0.867	1.03	0.9405	96.88888889	950.48	14282.61181	14.28261	0.01001	0.133536	0.18657	13.962502	1.046272124
2.445	5.482	2450	38.2078655	10.61328597	0.9245	1.01	0.9405	64.79102956	635.6	9965.537084	9.965537	0.01001	0.133572	0.24071	8.991253	0.673754447
2.445	5.482	2550	39.76373021	11.04648173	0.9245	1.01	0.9405	34.51621957	338.61	4989.402945	4.989402	0.01001	0.133585	0.26076	4.595055	0.344327848
2.445	5.482	2650	41.30827492	11.47960748	0.9245	1.01	0.9405	34.51621957	338.61	4989.402945	4.989402	0.01001	0.133589	0.28162	4.574189	0.342764219

Tingkat Gigi 5		Torsi Konverter														
R	ig	Rpm	VK (Nm/ram)	VK(m/s)	Csr	Efisiensi Torsi Konverter		Torsi (Kg-m)	Torque (N-m)	P <sub>t</sub> (N)	P <sub>t</sub> (kW)	fr	R <sub>t</sub> (kW)	R <sub>al</sub> (kW)	P <sub>t</sub> (Nett)(kW)	Percepatan (m/s <sup>2</sup> )
						Ctr	Konverter									
1.616	5.482	700	4.717495401	1.310403589	0.364	1.8	0.33	33.97089908	333.333	2029.50684	2.029594	0.00000	0.139451	0.00367	1.892463	0.1481810676
1.616	5.482	800	6.146892553	1.707487931	0.301	1.75	0.48	34.9480316	342.85	2952.063109	2.952063	0.00000	0.139451	0.00833	2.812381	0.210744026
1.616	5.482	1000	9.623821287	2.673283721	0.377	1.64	0.51	37.20848114	365.8	3136.17236	3.136172	0.00000	0.139454	0.01527	2.987047	0.22386363
1.616	5.482	1089	11.43609394	3.176869428	0.411	1.6	0.61	57.151036014	560.75	5701.946683	5.701947	0.00000	0.139456	0.02156	5.549326	0.15555761
1.616	5.482	1200	13.846394967	3.846214938	0.452	1.55	0.633	78.93027625	774.1	7785.267826	7.785288	0.00000	0.139460	0.03161	7.620217	0.57101662
1.616	5.482	1300	16.279521253	4.5208897	0.49056	1.5	0.723	81.54943935	800	8751.96368	8.7519	0.00000	0.139465	0.04370	8.580806	0.642997825
1.616	5.482	1450	19.675733682	5.465482477	0.539	1.5	0.766	81.54943935	800	9422.197718	9.422198	0.00000	0.139473	0.06383	9.224891	0.681261927
1.616	5.482	1500	21.67274368	6.02020677	0.566	1.4	0.788	87.37410805	857.14	9805.786123	9.815782	0.00000	0.139480	0.07745	9.6384852	0.719794158
1.616	5.482	1600	24.63881401	6.841237226	0.603	1.35	0.833	90.61038755	888.888	10246.32226	10.24632	0.00000	0.139491	0.10002	10.012813	0.759304486
1.616	5.482	1700	27.77378685	7.714901819	0.64	1.29	0.866	101.0307738	991.7	11356.12366	11.35612	0.00000	0.139505	0.12719	11.095426	0.831425448
1.616	5.482	1770	30.13736885	8.371490792	0.667	1.21	0.8988	98.9863201	971	10824.55027	10.82455	0.00001	0.139518	0.14976	10.541270	0.788904121
1.616	5.482	1900	34.72744464	9.646521239	0.716	1.208	0.910	95.05828996	931.9	10408.04152	10.4084	0.00001	0.139546	0.19886	10.075640	0.753012353
1.616	5.482	2000	38.49528559	10.69313488	0.754	1.2	0.923	92.1827520	908.33	10181.61496	10.1812	0.00001	0.139575	0.24435	9.934694	0.744650619
1.616	5.482	2110	42.87476251	11.93866365	0.796	1.17	0.9405	91.39445641	896.58	10112.9346	10.1129	0.00001	0.139613	0.30311	9.678185	0.725079428
1.616	5.482	2200	46.6129917	12.94805365	0.83	1.05	0.9405	90.63404688	967.6	9794.507624	9.794588	0.00002	0.139651	0.35827	9.302671	0.697091339
1.616	5.482	2300	50.90414389	14.14013997	0.867	1.03	0.9405	95.08888889	950.48	9438.026776	9.438027	0.00002	0.139701	0.42727	8.877061	0.665191747
1.616	5.482	2450	57.8201487	16.01115342	0.9145	1.01	0.9405	64.79102956	635.6	6188.797318	6.188791	0.00019	0.139785	0.55125	5.583751	0.412420449
1.616	5.482	2550	61.18815477	16.71678966	0.9145	1.01	0.9405	34.51682957	338.61	3297.024323	3.297024	0.00019	0.139831	0.59717	2.566023	0.192283486
1.616	5.482	2650	62.53403284	17.3722689	0.9145	1.01	0.9405	34.51682957	338.61	3297.024323	3.297024	0.00019	0.139870	0.64493	2.5182229	0.188700292

Tingkat Gigi 6							Torsi konverter									
R	ig	Rpm	Vt (km/jam)	Vt(m/s)	Csr	Efisiensi Torsi		Torsi (kg-m)	Torque (N-m)	Pt (N)	Pt (kN)	fr	Rt(kN)	Ra(kN)	Pt Netto(kN)	Percepatan (m/s <sup>2</sup> )
						Clr	Konverter									
1.080	5.482	700	7.136853059	1.92458995	0.264	1.8	0.33	33.97889908	333.333	1341.354841	1.341553	0.010000	0.133452	0.00840	1.199704	0.088899171
1.080	5.482	800	9.299594501	2.583204028	0.301	1.75	0.40	34.94909516	342.85	1951.313793	1.951314	0.010000	0.133454	0.01426	1.803601	0.125151772
1.080	5.482	1000	14.55948715	4.040301907	0.377	1.64	0.51	37.28848114	365.38	2073.010014	2.07301	0.010000	0.133461	0.03495	1.904596	0.142778029
1.080	5.482	1050	17.31007339	4.803615706	0.411	1.6	0.62	57.16106204	560.75	3768.586692	3.768691	0.010000	0.133467	0.04956	3.368164	0.268727266
1.080	5.482	1200	20.94912422	5.810645610	0.452	1.55	0.63	78.99327625	774.1	5146.075461	5.146075	0.010000	0.133477	0.07235	4.940248	0.370159457
1.080	5.482	1300	24.62862765	6.844285458	0.4856	1.5	0.712	81.54843955	800	5789.018152	5.789101	0.010000	0.133481	0.10002	5.555511	0.416299049
1.080	5.482	1450	29.76662046	8.269635684	0.539	1.5	0.786	81.54843955	800	6228.072942	6.228073	0.010000	0.133516	0.14610	5.948457	0.446744369
1.080	5.482	1500	32.78781059	9.107725165	0.566	1.4	0.798	87.37410805	857.14	6488.231908	6.488232	0.01001	0.133534	0.17726	6.177436	0.462930572
1.080	5.482	1600	37.25980893	10.34958026	0.603	1.35	0.839	90.61028755	888.888	6772.819386	6.772819	0.01001	0.133565	0.22882	6.410339	0.480355091
1.080	5.482	1700	42.0178935	11.67101953	0.64	1.29	0.866	101.0907238	991.7	7506.398045	7.506398	0.01001	0.133605	0.29111	7.081582	0.506661803
1.080	5.482	1770	45.593594	12.66488722	0.667	1.21	0.898	98.98653011	971	7155.038016	7.155038	0.01001	0.133648	0.34277	6.678621	0.500458639
1.080	5.482	1900	52.53773561	14.59381545	0.716	1.208	0.901	95.09803996	932.9	6879.715721	6.879716	0.01002	0.133721	0.45513	6.290866	0.471402451
1.080	5.482	2000	58.23794821	16.17770795	0.754	1.2	0.923	92.5923528	908.33	6816.638762	6.816639	0.01003	0.133801	0.55925	6.123591	0.458867798
1.080	5.482	2110	64.86248076	18.01762354	0.796	1.17	0.9405	91.39449541	896.58	6694.630145	6.69462	0.01003	0.133910	0.69373	5.859988	0.438893083
1.080	5.482	2200	70.51889534	19.58858204	0.83	1.05	0.9405	90.63404689	967.6	6474.222687	6.474223	0.01004	0.134017	0.81999	5.520228	0.41565152
1.080	5.482	2300	77.0108045	21.39138917	0.867	1.03	0.9405	96.88888889	950.48	6238.53395	6.238538	0.01005	0.134156	0.97791	5.126479	0.38144811
1.080	5.482	2450	87.4757464	24.29026289	0.9205	1.01	0.9405	64.79102956	635.61	4091.795192	4.090795	0.01007	0.134421	1.26367	2.694701	0.2018259
1.080	5.482	2550	91.04410339	25.2902872	0.9205	1.01	0.9405	34.51681957	338.61	2179.332165	2.179333	0.01008	0.134523	1.36677	0.678041	0.058088643
1.080	5.482	2650	94.61446039	26.28179455	0.9205	1.01	0.9405	34.51681957	338.61	2179.332165	2.179333	0.01009	0.134621	1.47807	0.588634	0.046102233



Tingkat Gigi 7		Torsi Konverter														
It	lg	Rpm	Vk (Nm/jam)	Vl(m/s)	Csr	Ctrl	Effisiensi Torsi Konverter	Torsi (kg-m)	Torque (N-m)	Pt (N)	Fr (N)	fr	Br (N)	Ra (N)	Fr Nett (N)	Perecepatan (m/s <sup>2</sup> )
0.707	5.482	700	10.77967489	2.9945416	0.264	1.8	0.33	33.67089908	333.333	750.040395	0.730842	0.010000	0.133495	0.029165	0.598326	0.044835145
0.707	5.482	800	14.04624015	3.91734208	0.301	1.75	0.48	34.9492816	342.85	1082.257376	1.032357	0.010000	0.133460	0.03253	0.936365	0.062409162
0.707	5.482	1000	21.9910036	6.10852112	0.377	1.64	0.51	37.28948014	365.8	1160.377426	1.168377	0.010000	0.133481	0.079744	0.947156	0.070874574
0.707	5.482	1090	26.15196208	7.26870856	0.411	1.6	0.62	57.16106014	560.75	2109.700733	2.109709	0.010000	0.133497	0.11260	1.85612	0.139640718
0.707	5.482	1200	31.62994035	8.70823988	0.452	1.55	0.62	78.99271625	774.1	2880.540739	2.880541	0.010001	0.133526	0.16556	2.501956	0.193477388
0.707	5.482	1300	37.12967037	10.33334939	0.4805	1.5	0.712	81.54943955	800	3240.431057	3.240421	0.010001	0.133563	0.22828	2.870921	0.21571315
0.707	5.482	1430	44.98022771	12.4885214	0.539	1.5	0.768	81.54943955	800	3486.194086	3.486194	0.010001	0.133634	0.33331	3.019350	0.226245796
0.707	5.482	1500	49.5295679	13.7665296	0.566	1.4	0.798	87.37410885	857.14	3631.819331	3.631819	0.010002	0.133684	0.40440	3.089732	0.231827077
0.707	5.482	1600	56.2783812	15.62386198	0.603	1.35	0.833	90.61039755	888.888	3791.118499	3.791118	0.010002	0.133772	0.52224	3.125102	0.234827106
0.707	5.482	1700	63.4647531	17.62958008	0.64	1.29	0.868	101.0907238	991.7	4201.742773	4.201743	0.010003	0.133885	0.66414	3.403722	0.253055984
0.707	5.482	1770	68.8667359	19.1295378	0.667	1.21	0.8888	98.98052001	971	4005.161692	4.005162	0.010004	0.133894	0.78138	3.088095	0.231473604
0.707	5.482	1900	79.35477401	22.0428598	0.716	1.08	0.910	95.09802996	932.9	3850.954298	3.850954	0.01006	0.134211	1.08832	2.670421	0.200769577
0.707	5.482	2000	87.96401441	24.43444945	0.754	1.2	0.932	92.59122528	908.33	3815.646664	3.815647	0.010007	0.134435	1.27366	2.405357	0.180244322
0.707	5.482	2110	97.97137934	27.21427204	0.796	1.17	0.9485	91.39449541	896.58	3741.754199	3.741754	0.010010	0.134739	1.58267	2.004347	0.151683305
0.707	5.482	2200	106.5194551	29.50707087	0.83	1.05	0.9485	98.63404689	967.6	3623.977602	3.623976	0.010012	0.135039	1.87068	1.618255	0.121236351
0.707	5.482	2300	116.2189939	32.3108133	0.867	1.03	0.9485	96.88888889	950.48	3482.161806	3.482051	0.010015	0.135430	2.23965	1.125656	0.08453143
0.707	5.482	2450	132.1224746	36.7086074	0.9245	1.01	0.9485	64.79102956	635.6	2289.842482	2.289842	0.010020	0.136172	2.87836	-0.724888	-0.054304065
0.707	5.482	2550	137.5152287	38.19807454	0.9245	1.01	0.9485	34.51681957	338.61	1219.882327	1.219882	0.010029	0.136459	3.11812	-2.034688	-0.152468153
0.707	5.482	2650	142.9079029	39.68666188	0.9245	1.01	0.9485	34.51681957	338.61	1219.882327	1.219882	0.010025	0.136762	3.35747	-2.284345	-0.171176186

Tabel Hasil perhitungan Gaya Hambat Udara

Kecepatan Kendaraan ( $V_a$ ) [km/h]	Kecepatan Kendaraan ( $V_a$ ) [m/s]	Hambatan Aerodinamis ( $R_a$ ) [N]	Hambatan Aerodinamis ( $R_a$ ) [kN]
0	0	0	0
5	1.388888889	4.122222222	0.004122222
10	2.777777778	16.48888889	0.016488889
15	4.166666667	37.1	0.0371
20	5.555555556	65.95555556	0.065955556
25	6.944444444	103.0555556	0.103055556
30	8.333333333	148.4	0.1484
35	9.722222222	201.9888889	0.201988889
40	11.11111111	263.8222222	0.263822222
45	12.5	333.9	0.3339
50	13.88888889	412.2222222	0.412222222
55	15.27777778	498.7888889	0.498788889
60	16.66666667	593.6	0.5936
65	18.05555556	696.6555556	0.696655556
70	19.44444444	807.9555556	0.807955556
75	20.83333333	927.5	0.9275
80	22.22222222	1055.288889	1.055288889
85	23.61111111	1191.322222	1.191322222
90	25	1335.6	1.3356
95	26.38888889	1488.122222	1.488122222
100	27.77777778	1648.888889	1.648888889
105	29.16666667	1817.9	1.8179

Tabel Hasil Perhitungan Gaya hambat *rolling*

Kecepatan Kendaraan (Va) km/jam	Dari grafik		
	$f_r$ (grafik)	Rrr [N]	Rrr [kN]
0	0.01	125	0.125
5	0.010001398	125.0174693	0.125017469
10	0.010007906	125.0988212	0.125098821
15	0.010021786	125.2723191	0.125272319
20	0.010044721	125.559017	0.125559017
25	0.010078125	125.9765625	0.125976563
30	0.010123238	126.5404697	0.12654047
35	0.01018118	127.2647493	0.127264749
40	0.010252982	128.1622777	0.128162278
45	0.010339603	129.2450353	0.129245035
50	0.010441942	130.5242717	0.130524272
55	0.01056085	132.0106251	0.132010625
60	0.010697137	133.7142125	0.133714213
65	0.010851576	135.6446997	0.1356447
70	0.011024909	137.8113567	0.137811357
75	0.011217848	140.2231028	0.140223103
80	0.011431084	142.8885438	0.142888544
85	0.01166528	145.8160027	0.145816003
90	0.011921084	149.013546	0.149013546
95	0.01219912	152.4890059	0.152489006
100	0.0125	156.25	0.15625
105	0.012824316	160.3039476	0.160303948

Tabel Gaya tanjak kendaraan pada kemiringan tertentu

Gradeability (%)	Sudut Tanjak(degree)	Gaya hambat tanjakan (kN)
0	0	0
10	5.71059	13.02646752
20	11.30993	25.67443042
30	16.69992	37.61946933
40	21.8014	48.62038601
50	26.56505	58.54671948

Tabel Kinerja Torsi Konverter

Kinerja Torsi Konverter							
Ne	Me	Ke	Ktc		Efisiensi	Nilai Csr	Nilai Ctr
			Nilai Ktc	Skala Ktc			
700	333.333	38.3405982	38.340598	19.86618	0.33	0.264	1.8
800	342.85	43.20538805	43.205388	22.38687	0.48	0.301	1.75
1000	365.8	52.28512485	52.285125	27.09154	0.51	0.377	1.64
1090	560.75	46.03009347	46.030093	23.85049	0.62	0.411	1.6
1200	774.1	43.13032317	43.130323	22.34798	0.633	0.452	1.55
1300	800	45.96194078	45.961941	23.81518	0.712	0.49056	1.5
1430	800	50.55813485	50.558135	26.1967	0.766	0.539	1.5
1500	857.14	51.23483922	51.234839	26.54733	0.798	0.566	1.4
1600	888.888	53.66565829	53.665658	27.80686	0.833	0.603	1.35
1700	991.7	53.98321738	53.983217	27.9714	0.866	0.64	1.29
1770	971	56.80200313	56.802003	29.43196	0.8988	0.667	1.21
1900	932.9	62.2065412	62.206541	32.23232	0.901	0.716	1.208
2000	908.33	66.3602734	66.360273	34.38458	0.923	0.754	1.2
2110	896.58	70.46734873	70.467349	36.51266	0.9405	0.796	1.17
2200	967.6	70.72529229	70.725292	36.64631	0.9405	0.83	1.05
2300	950.48	74.60300902	74.603009	38.65555	0.9405	0.867	1.03
2450	635.6	97.17938361	97.179384	50.3535	0.9405	0.9245	1.01
2550	338.61	138.5767241	138.57672	71.80353	0.9405	0.9245	1.01
2650	338.61	144.0111054	144.01111	74.61935	0.9405	0.9245	1.01































